

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Jövőnk anyagai, technológiái

Egyesületi hírmondó

140. évfolyam

2007/3. szám



Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

Vaskohászat

- 4 Károly Gy. – Tardy P. – Szélig Á. – Szabó A. – Sz. El-Ghazaly

Az argonos átöblítés hatékonyságának szerepe az acélok tisztaságának javításában

- 7 Dr. Tardy P. – Dr. Németh Sz.

Az acéltipar energiafelhasználásáról és CO₂-kibocsátásáról

Öntészet

- 15 Dúl J. – Gyurán L. – Szombatfalvy A.

Járműipari öntészeti alumíniumoldatok tulajdonságainak optimalizálása

- 21 R. Izawa – K. Togawa és társai:

Vízmentes szerszámkenő anyagok új nemzedékének kidolgozása, és felhor-dásuk kis mennyiségek szórásával

Fémkohászat

- 29 F. Habashi

A gallium kohászata

- 34 Szarka J.

A magyar magnéziumkohászat múltja és jövője

Jövőnk anyagai, technológiai

- 41 Janovszky D. – Roósz A.

Amorf fémek

Egyesületi hírmondó

- 47 A fémkohászok cikluszáró-tisztújító közgyűlése

- 48 Helyi szervezeteink életéből

- 50 Köszöntések

- 52 Konferencia a harangtörténetről

- 54 XVII. selmeci diáknapi

- 55 A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtu-dományi Karán 2007. évben sikeres zá-róvizsgát tettek

Öntészet rovatunkat az 1950-ben indított és 1991-ben megszűnt önál-ló szaklap, a BKL Öntöde utódjának tekintjük.

Károly, Gy. – Tardy, P. – Szélig, Á. – Szabó, A. – Szaid El-Ghazaly: **Effect of Efficiency of the Argon Bubbling on the Cleanliness of Aluminium Killed Steel 1**

The convection of molten metal significantly influences the leaving of inclusions, which process serves as the base of the argon gas bubbling processes. Authors show, using computer aided process simulation that the intensity of bubbling must be limited for avoiding turbulences, which cause projection of melt. The paper presents main results of the detailed lecture that was presented at the 7th Clean Steel Conference.

Tardy, P. – Németh, Sz.: **On the energy consumption and carbon-dioxide emission of the steel industry 7**

Authors present international trends of the energy consumption and carbon-dioxide emission, resume main elements of the European energy politics. Their conclusions show that the efficiency of the Hungarian steel companies becomes better but they are a few backwardness from the most developed countries.

Dúl J. – Gyurán L. – Szombatfalvy A.: **Optimization of properties of aluminium melts for automotive castings 7**

Our investigations show that up to 60 ppm Sr there are no defects in the aluminium castings, the index of density and the mechanical properties have proper values. Lower Sr-contents lead to insufficient ageing, higher Sr-contents result in high liability for gas absorption. In the Le Belier die-casting foundry they successfully replaced St by Sr in grain refinement.

R. Izawa – K. Togawa és társai: **Development of next-generation water-free die lubricant and small amount spray application 21**

The developed water-free releasing agent, WFR-3R and the micro spray application is currently in operation for a 350 t die-casting machine at Ryobi Shizuoka plant. We improved the internal cooling system of the die to decrease overheating. Our solution allowed water-less die-casting with only 0,3 ml/shot spray amount of WFR-3R.

Air blowing cycle is not needed any more, and the cycle time is much shorter. Also, without water residue rejects and quick increase of die temperature, warm-up shots has been eliminated.

We would like to continue striving for further expansion of this system that allows improvement of quality and production.

Habashi, F.: **The Gallium Metallurgy ... 29**

The paper describes the history of the gallium metallurgy and explains the technological steps of the main known processes and their raw materials as well. It shows the flowcharts of these. The gallium's utilization in the several industrial branches is also discussed.

Key words: gallium metal, gallium arsenide, gallium sulfide, alumina industry, zinc electrolysis, cathodic zinc

Szarka, J.: **The Past and Future of the Hungarian Magnesium Metallurgy ... 34**

The first steps to investigate the possibility of the installing of the magnesium metallurgy in Hungary have started in 1941. After several laboratory and pilot plant tests a feasibility study has been prepared by the researchers of the Hungarian Light Metal Research Institute. The large magnesium resources of Hungary would be a good basis for an own magnesium metallurgy in the state.

Key words: dolomite, vacuum metallurgy, magnesium remelting, IG Farbenindustrie, molten salts, SEM, TEM

Janovszky D. – Roósz A.: **Amorphous alloys 41**

The first amorphous alloy has been prepared from the liquid in 1960. Amorphous alloys have been used in the wide range since their discovery because their properties are very favourable. The amorphous alloys have metallic properties (flexibility, favourable magnetic properties) but there have a good corrosion resistance like the glasses. Their strength is generally higher than the polycrystalline materials, so the aim is the developing of the new cheaper amorphous alloys.

KÁROLY GYULA – TARDY PÁL – SZÉLIG ÁRPÁD – SZABÓ ANDREA – SZAID EL-GHAZALY Az argonos átöblítés hatékonyságának szerepe az acélok tisztaságának javításában

A zárványok távozását az acélfürdőből áramlásmentes állapotban a Stokes-törvény jól írja le. Az olvadék áramlása jelentősen befolyásolja ezt a folyamatot; ezt használják ki az argongázos öblítést alkalmazó technológiák. Az öblítés hatása számítógépes szimulációs módszerrel vizsgálható. Ennek segítségével a szerzők rámutattak arra, hogy a jó hatásfok érdekében az argongázos öblítés intenzitását a kialakuló turbulenciák miatt úgy kell korlátozni, hogy a fürdő felületén a turbulencia lehetőleg ne okozzon kidudorodást. A lágy öblítés kedvező hatását üzemi kísérletekkel igazolni lehetett. Az előadás a 7. Nemzetközi Clean Steel Konferencián hangzott el.

1. Bevezetés

Az acélgégyártásnál az ún. inertgázos – a gyakorlatban argonos – átöblítés ma már a biztonságos és elterjedt üstmetallurgiai műveletek közé tartozik. Jelentős a szerepe a kémiai, ill. hőmérsékleti inhomogenitások csökkentésében, a gáztartalom csökkentésében, az öntés előtti esetleges túlhevítés mérséklésében, emellett a Si-szegény, Al-mal dezoxidált acélokból – mint minden más erősen dezoxidált, mikroötvözt acélból – az argonos átöblítés a zárványosság szabályozásában is igen fontos szerepet tölt be. A Si-szegény, Al-mal dezoxidált acélokból képződő ún. klasszikus Al_2O_3 -típusú zárványok többkevesebb jelenlétével számolnunk kell. Ezek a zárványok egyrészt az esetenként

fellépő kagylószerűkülések miatt önthetőségi gondokat is okozhatnak, másrészt gondokat okozhatnak az egyre szigorodó tisztasági előírások biztosíthatóságában is.

Vannak persze ma már olyan üstmetallurgiai megoldások, melyekkel az önthetőségi gondok elkerülhetők, ha komplexebb Ca-aluminátok képződnek Ca-tartalmú anyagok fürdőbe injektálása révén, s a tisztaság is fokozható az ún. lépcsős dezoxidáció pontosításával. Ezek a megoldások azonban – főleg az analitika és az anyagvizsgálat túl időigényes volta miatt – jó üzemi adottságok mellett is rendkívül precíz adagvezetést kívánnak. Célszerűnek látszik ezért argonos átöblítéssel a képződő zárványok mennyiségének nagyobb részét időben eleve az üstben lévő acélfürdő feletti salakba vinni, melynek

két lényegi feltétele van: egyrészt hatékony áramlási viszonyok biztosítása az olvadékfürdőben, másrészt fizikai-kémiai szempontból hatékony salak biztosítása.

2. Az acélfürdőben lejátszódó áramlási viszonyok tanulmányozása

2.1. A zárványok felúszása nyugodt olvadék esetében

Az argonos átöblítés során az olvadékban az áramlási viszonyokat – az átöblítés megoldási módjain túlmenően – az uralkodó nyomás és hőmérsékletviszonyok lényegesen befolyásolhatják. A speciális öblítőkövön keresztül befúvott gázbuborékok mozgása által indukált impulzusok – egyébként nyugodt olvadékfürdő esetén – az ún. Stokes-törvény által leírt mechanizmuson túlmenően segíthetik az olvadékban képződő zárványok felúszását:

$$V_i = \frac{2 \cdot \pi \cdot g \cdot (\rho_{\text{steel}} - \rho_{\text{inclusion}}) \cdot d^2}{9 \cdot \mu}$$

V_z – a zárványok felúszásának sebessége, cm/s

g – nehézségi gyorsulás: 9,81 m/s²

d – az idealizáltan gömbnek feltételezett zárvány átmérője, cm

$\Delta\rho$ – az acéolvadék (fürdő) és a nemfémes zárvány sűrűségkülönbsége

$(\rho_{\text{steel}} - \rho_{\text{inclusion}})$: ~ 3-5 g/cm³

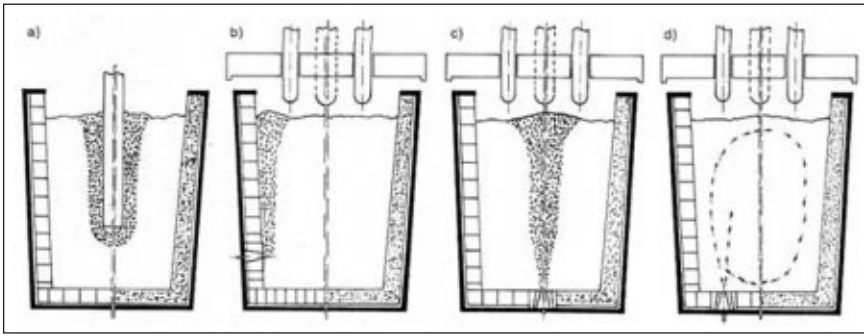
μ – a folyékony acél dinamikai viszkozitása: 0,005 kg/m.s

A Stokes-törvény alapján – melynek kiindulópontja, hogy a nemfémes zárványok fürdőből történő felúszásának és eltávozásának hajtóereje az acéolvadék ill. a nemfémes zárványok sűrűségének a különbsége – az adódik, hogy nyugodt fürdőben a 30-40 μ m-es zárványok megköze-

Károly Gyula, okleveles kohómérnök, egyetemi tanár a Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Tanszékén. **Tardy Pál** életrajza 2. cikkünkben található. **Szél Árpád** a Duna-ferr Zrt. főmetallurgusa. **Szabó Andrea** doktorandusz (Duna-ferr Zrt., Innovációs Menedzsment). **Szaid El-Ghazaly** kutató professzor (CMRDI, Kairó).

Szaid El-Ghazaly Magyarországon szerezte meg kandidátusi címét az 1980-as években az üstmetallurgia témaköréből. Jelenleg kutatóprofesszor az egyiptomi központi kohászati kutatóintézetben (a CMRDI-ben). Folyamatosan jó szakmai és személyes kapcsolatokat ápol a Metallurgiai és Öntészeti Tanszékkel, főleg aspiránsvezetőjével (Károly Gyulával).

Károly Gyula 1989-től egyetemi tanár a Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Tanszékén. Tudományok doktora fokozatát üstmetallurgia témakörű értekezésével szerezte 1986-ban.



■ 1. ábra. Üstmetallurgiai kezelés során a gázöblítés lehetséges variációi [1]

lítőleg 5 perc alatt felúsznak a fürdőből. A $\leq 5 \mu\text{m}$ -es zárványok felúszási sebessége oly csekély, hogy eltávozásukra esély sincs. Az acéltermékekben ezért a kisméretű endogén zárványok kimutathatóak.

A nyugodt fürdő teóriája azonban a múlté, hiszen az üstmetallurgiai kezelés – mint metallurgiai művelet – eleve fürdőmozgást eredményez, ami önmagában hasznos is lehet, pl. az inhomogenitások (kémiai és hőmérsékleti) csökkentésében. A tisztasági fok alakulását viszont ma már nem lehet a klasszikus Stokes-képlet alapján megítélni, annak módosítása több okból is elengedhetetlen:

- a Stokes-képlet idealizált: gömbszerű zárványokat feltételez, holott ez csak a zárványok egy részénél lehet közelítőleg helyes feltételezés,
- a Stokes-képlet nem veszi figyelembe a zárványok nedvesíthetőségét és az olvadéban uralkodó egyéb viszonyokat,
- a Stokes-képlet más oldalról viszont azt sem veszi figyelembe, hogy az eltérő sebességgel felúszó zárványok találkozásokkor összetapadnak (koagulálnak), ezáltal méretük nő, felúszásuk felgyorsul.

Összegezve: nyugodt fürdő a mai képtelenségű acélgártás üstmetallurgiai szakaszában nem létezik, ezért a sűrűségkülönbségre alapozott felhajtóerővel számoló Stokes-képlet figyelembevétele önmagában nem mérhető. Az üstmetallurgiai kezelés során az üstben lévő acéolvadék állandó mozgásban van, ahol a turbulens áramlás a meghatározó áramlási forma, amit a felfelé áramló öblítőgáz indukál.

2.2 A zárványok mozgása az olvadék öblítése esetében

Az üstfenékre aszimmetrikusan beépített öblítőkövön keresztüli argonátöblítésnél (1. ábra) a befújt argongáz előbb apró gázbuborékok formájában jelenik meg az acéolvadékokban, majd felemelkedésük

közben méretük egyre nő, az áramlaskép egy felfelé nyíló csonka kúpra emlékeztet (2. ábra [2]). A csonka kúp salakkal érintkező részén a gázzal együtt feláramló

$$F_{\Delta z} = \rho_{steel} \cdot g \cdot \frac{\delta_{var(z)}}{A_z \cdot V} \cdot A_z \cdot \Delta z = \rho_{steel} \cdot g \cdot \Delta z \cdot \frac{\delta_{var(z)}}{V_{steel} + V_b}$$

acéolvadék szétáramlik, a feláramlást előidéző argonfáklya salakmentes fürdőfelszín hoz létre a feláramlás sebességétől függő mértékben.

Az átöblítéshez az üst fenekébe beépített argonkövön át 3,5–6,5 bar nyomással, 100–500 Nm³/perc (azaz 0,002–0,0083 Nm³/s) térfogatárammal befújt argon az olvadt fémbe hatolva szinte azonnal az acél hőmérsékletére melegszik. A felmelegedett argonbuborékok már a képződési helyükön is elérik a 3 cm³ térfogatot, azaz átmérőjük – idealizáltan, a deformációktól eltekintve – min. 1,8–2 cm.

1,8–2 cm buborékoknál a felhajtóerő (ami abból adódik, hogy az üstben lévő acélfürdőben a 3 m mélység a nyomáskülönbségekből eredően a felszálló argon térfogatáramának ≈ 3 –5-szeresére növelését eredményezi) az acélhoz képest 0,3–0,4 m/s felszállási sebesség-többletet eredményez a feláramlás helyén [3], ahol egyébként a feláramló acéolvadék sebessége

$$V_s = \sqrt{2 \cdot g \cdot H_f}$$

ahol H_f a felúszás helyén az acélfelszín kiemelkedésének mértéke (0,2–0,3 m). Ilyen kiemelkedés mellett az argon + acél-feláramlás miatti kidorodás (folt) átmérője 60–70 cm-es, az argon az öblítőkövtől a kidorodásig 4–5 s alatt jut el.

A zárványok acéolvadékból történő eltávolításának feltétele, hogy a zárványt magában foglaló acéolvadékokra az argonfáklya területén kellő felhajtóerő hasson. Olyan

felhajtóerő, ami az üstmetallurgiai kezelés során a rendelkezésre álló – erősen korlátozott – idő alatt képes a tisztátalan olvadékból a zárványt a salakrétegig eljuttatni. Az acéolvadék ugyanis az argonsugár felhajtóerejének hatására mozog, tisztul. Az argonfáklyában, a térfogategységben lévő argonbuborékokra ható felhajtóerő (F_{lm^3})

$$F_{lm^3} = \rho_{steel} \cdot g \cdot \varepsilon$$

ahol ε az argonfáklya térfogatának megfelelő acéloszlopban lévő argon térfogathányada (azaz az argonfáklyában a gáz és az acél térfogataránya, amely $\approx 5\%$). Ha ezt Δz vastagságú rétegre vonatkoztatjuk, akkor megkapjuk az adott acélmenyiségre ható erőt ($F_{\Delta z}$):

ahol $\delta_{var(z)}$ – az argon térfogatárama (z) szinten

A_z – Δz rétegvastagságnál az acéloszlop keresztmetszete

$V_{steel} + V_b$ – az argon felúszásának sebessége az üsthöz képest Δz helyen.

Az összefüggést elemezve megállapítható, hogy turbulens áramlás esetén az olvadék adott helyén az acélrétegre ható erő annál kisebb, minél nagyobb az acélfeláramlás sebessége. Ezek szerint, ha a zárványok eltávolításához szükséges felhajtóerőt növelni akarjuk, akkor az acélfeláramlás sebessége csökkentendő oly mértékben, amivel a zárvány a salakrétegig még eljut, de az argon-acél feláramlás miatti kidorodás nem következik be. Így a túlnyomással befúvatott argonos átöblítés mértékét vissza kell fogni olyannyira, hogy az általában 60–70 cm-es kidorodás megszűnjön (mindenképp jelentősebb túlnyomással kell indítani az átfúvatást, de utána azt csökkenteni kell, amíg a kidorodást jelző folt el nem tűnik).

Azáltal, hogy argonfáklya alakul ki átöblítés során az üstben lévő acélfürdőben, nyugodt fürdőről, stacionális viszonyokról nem beszélhetünk. A 2. ábra mutatja, hogy lényegében turbulens áramlás jön létre, melyben a nagyobb átmérőjű argonbuborék gyorsabban halad, mint a zárvány. Ha a zárvány nedvesíthető, akkor magához ragadva röpti felfelé egészen a salakrétegig, ami a kiáramlásnak útját állja, miközben az argon eltűnik az olvadékból, és összességében létrejön egyfajta turbulencia.



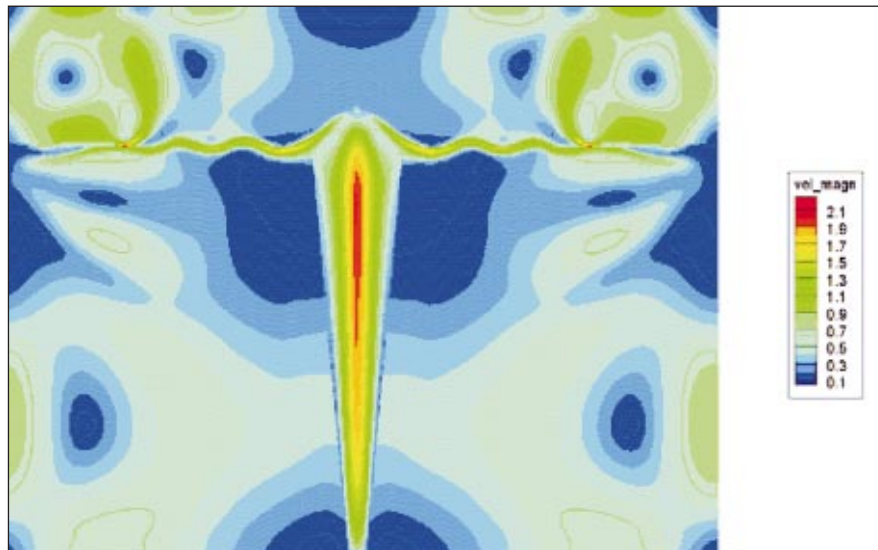
■ 2. ábra. Alsó átöblítésnél az argonfáklya elhelyezkedése [2]

Korábban vízes modellekkel próbálták megismerni az acélüstben lejátszódó folyamatok turbulencia mozgását. A 80-as években népszerűvé vált az így készült matematikai modellezés, ami megnyugtató eredményre azonban nem vezetett. A 90-es évektől a matematikai modellezést kiegészíti a fizikai modellezés, az áramlások numerikus szimulációja terén elért rendkívül gyors fejlődés. Vizsgálatainkhoz – a BME Lajos Tamás professzor vezette Áramlástan Tanszékét alvállalkozóként bevonva [3] – a FLUENT szoftvert használtuk. E szoftverrel a peremfeltételek megadását követően az acél áramlását jellemző erőter számítható. Ezen erőter vizuálisan is sokatmondó, számszerűen pedig lehetőséget ad a technológia tervezésére is.

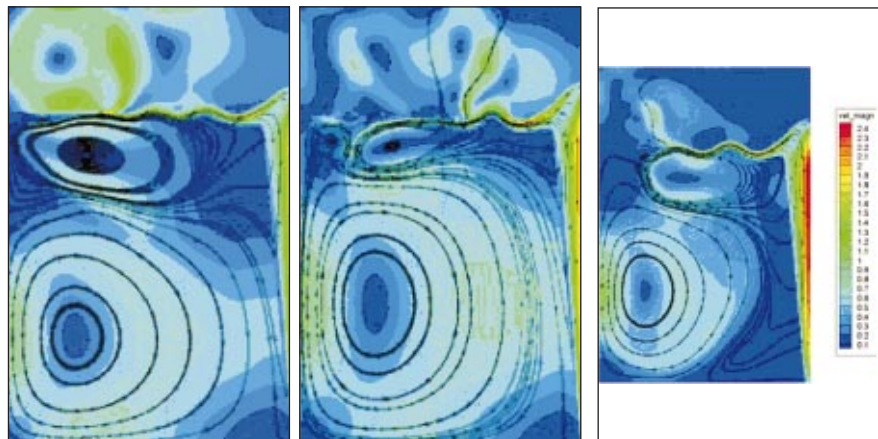
A szimuláció megerősíti azt a vizuálisan is megfigyelhető jelenséget, hogy az argonoszlop felett feláramló acél – kellő argonáram mellett – a salakréteget áttörve felemelkedik, az argon eltávozik belőle. A felemelkedő acéolvadék egy kidudorodó dombot alkot (3. ábra), melyről minden irányban szétáramlik az acél.

200, 300 és 400 Ndm³/perc argonbefúvatási mennyiségeknél a kidudorodás jellemzői mások és mások (1. táblázat). Míg pl. 200-400 Ndm³/perc argonbefúvatási értékeknél a feláramlási sebességek 2,1-ről 2,4 m/s értékre nőnek, addig a kidudorodás magassága 24 cm-ről 35 cm-re nő, aminek következtében a salakmentes folt átmérője 60 cm-ről 72 cm-re nő.

Vizuálisan is sokatmondóak az áramképek (4-5. ábra). Az 5. ábra vízszintes metszeteket, a 6. ábra függőleges metszeteket mutat. Az m/H hányadosban m [m] a vizsgált vízszintes sík felszínétől mért függőleges távolsága, H [m] pedig az acélfür-



■ 3. ábra. Feláramló acéloszlop, a felszínen keletkező domb, körülötte a felszínen hullámok



■ 4. ábra. Feláramlás és dombképződés 200, 300 és 400 dm³/perc argonfúvásnál

dő mélysége, y/S hányadosban y [m] a vizsgált függőleges sík és az üstfal argon bevezetésével ellentétes oldalától mért távolsága, S [m] az üst szélessége.

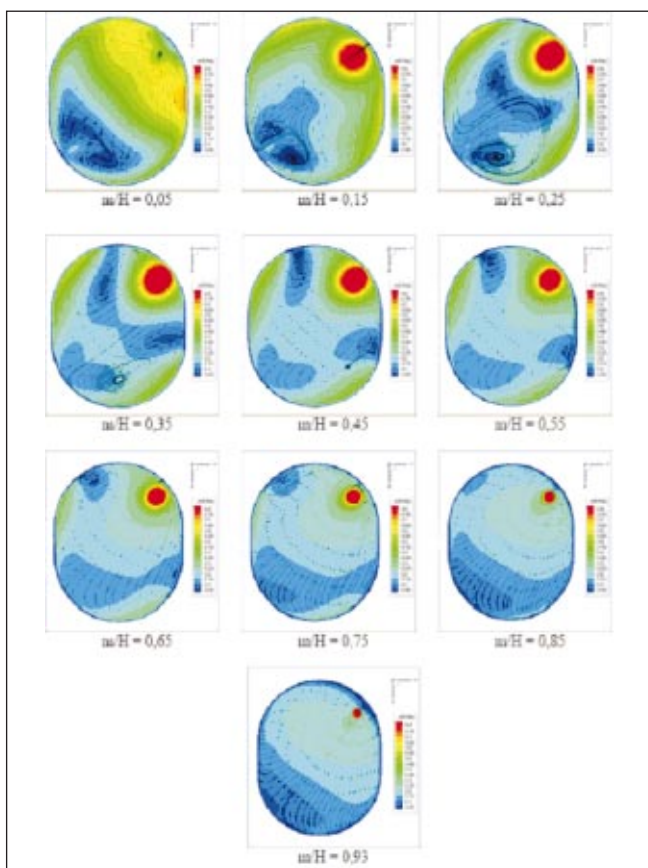
Természetesen a vizuális képeknek technológiatervezéshez többet mond a számszerűség. Az áramképek kiértékeléséből az adódott, hogy az argon mennyisége függvényében az acél argonfáklyában történő felúszási sebessége 100-500 Ndm³/perc argonmennyiség tartományban 1,22-2,28 m/s értékű, azaz az üstben az acéolvadék feláramlásának sebessége megközelítőleg az argon térfogatáramának köbgyökével arányos (7. ábra). A modellezés eredményei közül kiemelendő, hogy számszerűleg is konkrét eredményeket szolgáltat a tekintetben, hogy ha az Al₂O₃ zárványok felúszásának sebességét kívánjuk emelni, úgy nem a térfogatáram növelésére, hanem annak csökkentésére kell törekednünk.

3. A tisztasági fok javításának lehetőségei az áramlási viszonyok módosításával

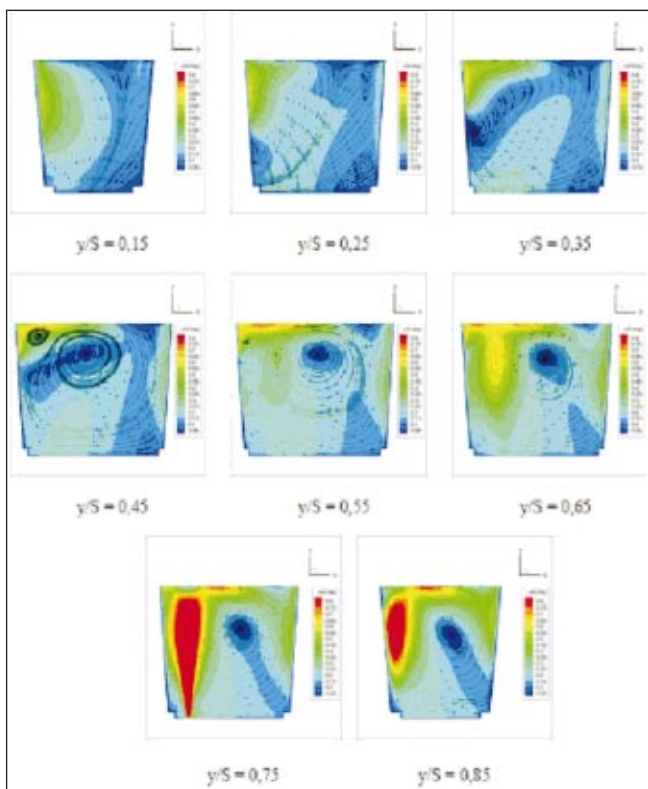
Az áramlási viszonyok tanulmányozása alapján könnyen belátható, és a FLUENT szoftverrel végzett szimulációs vizsgálatokkal számszerűleg is igazolható, hogy ha a salak olyan fizikai-kémiai állapotú, hogy salakzárványok befogadására képes (ehhez a jó dezoxidálhatóság mellett megfelelő viszkozitási viszonyok is szükségesek), akkor kisebb argon térfogatáramokkal rövidebb idő alatt juttathatók el adott méretű zárványok a salakba, mint a feláramlási sebességek növelése esetén.

Ha a térben elhelyezkedő zárványok mozgásának időbeli lefutását figyeljük a felhajtóerő, ill. a feláramlási sebesség függvényében, akkor összeállítható egy zárványtalanítási diagram (8. ábra).

A diagramból megállapítható, hogy a Duna-ferr körülményei között az Al₂O₃ tí-



■ 5. ábra. Áramképek vízszintes metszetekben 300 Ndm³/perc argon befúvatás esetén



■ 6. ábra. Áramképek függőleges metszetekben 300 Ndm³/perc argon befúvatás esetén

pusú zárványok mérete ugyan befolyásoló hatású, a Stokes-törvénynek megfelelően, ezért adott fajlagos argonbefúvatás mellett adott zárványmennyiség leválasztásához a nagyobb méretű zárványoknak rövidebb időre van szükségük. Argonátöblítés esetén azonban turbulens áramlás van, ahol a felhajtóerő a domináns. Következésképp az azonos nagyságú zárványok leválasztásához rövidebb időre van szükség kisebb fajlagos argonbefúvatás esetén. Eszerint akkor járunk el helyesen, ha az argonátöblítésnél az argonbefúvatást úgy szabályozzuk, hogy a kezdetben kidudorodást mutató feláramlást a befúvott mennyiség csökkentésével csökkentjük mindaddig, amíg azt az adott argonkövető lehetővé teszi. Növelni célszerű ugyanakkor a kezelési időt, amíg azt az üzemvitel lehetővé teszi. A helyes argonátöblítési értékek tehát az alábbiak [4]:

– folyékony acél hőmérsékletének csökkentése (erős

- keverés): 300–500 Ndm³/perc
- homogenizáló öblítés (közepes keverés): 250–300 Ndm³/perc
- dezoxidálás/kéntelenítés segítése (gyenge keverés): 150–200 Ndm³/perc
- tisztító (zárványtalanító) öblítés (lágú keverés): 50–100 Ndm³/perc.

Az argonbefúvatás fajlagos mennyiségének megválasztásánál fontos követelmény, hogy az acélgyártóknak folyamatosan figyelniük kell a salak mozgását, ahol az áramlás amplitúdója nem haladhatja meg a 200 mm-t, s a folyékony acél felülete – legalábbis a lágú keverésnél – sehol sem érintkezhet az atmoszférával, hiszen ez reoxidációs forrás lenne.

4. Üzemi eredmények

A Dunaferri acélművében több kampány keretében vizsgáltuk a szimuláció eredményének megfelelő lágú öblítés hatását a zárványosság alakulására [5]. A vizsgálatokhoz Si-szegény, Al-mal dezoxidált lágúacélokat (St 24, DSt 24M, FePO₅) választottunk. Az adaggyártást leginkább jellemző technológiai paramétereket egy 10 adagos kampányra a 2. táblázat mutatja.

A salakok fizikai-kémiai állapotának javítása érdekében a konverterből történő csapolás közben a salakzárás mellett is üstbe kerülő primer salak hatásának ellensúlyozására alumíniumkohászati salakot alkalmaztunk. E salak 2–8 mm szemnagyságú, 40–50% fémes Al-tartalma mellett ~ 50% Al₂O₃-ot tartalmaz. A dezoxidálás céljából beadagolt Al – előbb darabos, majd huzal, végül CaAlFe-huzal formájában – valamint az alumínátos salak hatására az üstsalak Al₂O₃-tartalma 20–30 %, ami a magas bázicitás mellett is biztosítja a salak kellő hígfolyságát az argonátöblítés során. Az argonátöblítés rendszerint 400–500 Ndm³/perc értékkel kezdődött, amikor is megjelent a korábban már számszerűsített kidudorodás, majd az argon befúvatást lépcsőzetesen csökkentve az üstmetallurgiai kezelésre álló 25–30 perc utolsó harmadában sikerült a lágúöblítést megvalósítani hígfolys salak alatt.

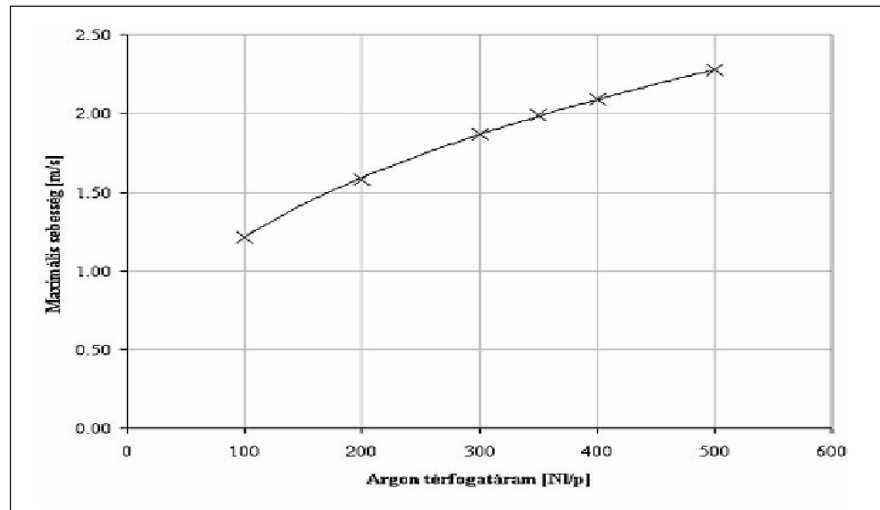
1. táblázat. Az acélfelszín felemelkedésének jellemzői

Argonkibocsátás [Ndm ³ /perc]	200	300	400
Salakmentes felszín rész sugara [m]	0,3	0,33	0,36
Acélfelszín magassága [m]	2,85	2,85	2,85
„Domb” magassága [m]	0,24	0,3	0,35
Maximális sebesség [m/s]	2,1	2,2	2,4

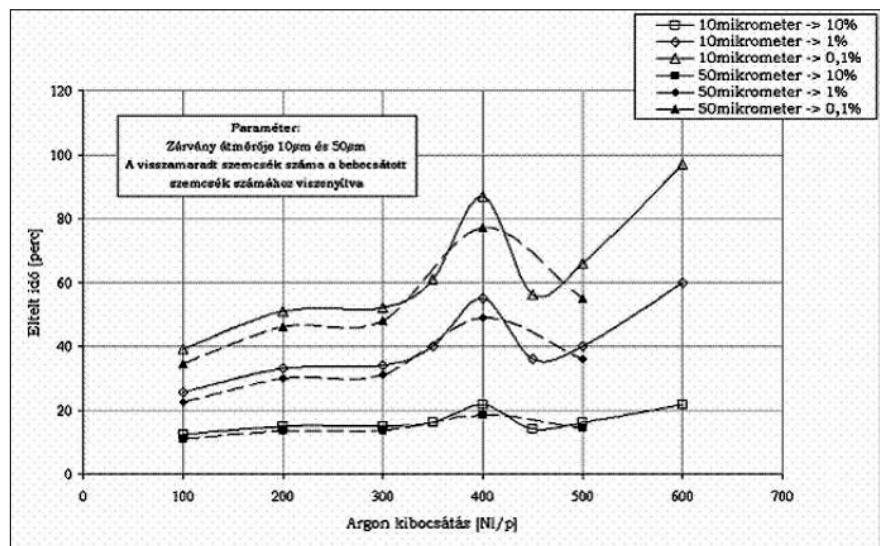
A lágy öblítéses argonos technológia helyes vagy helytelen voltát igazolhatják a zárványvizsgálati eredmények. A DIN 50602:1985 szabvány előírásainak megfelelően melegen hengerelt lemezekből kivágott csiszolatokon összehasonlító módszerrel elvégzett vizsgálatok eredményei biztatóak. Szulfidzárványoknál 1-es fokozatnál nagyobb zárvány a 10-10 adagból származó csiszolatok 20-20 látómezőjének egyikében sem volt kimutatható. Soros oxidzárványnál a 2-es, 3-as fokozat a leggyakoribb, ennél durvább zárvány nem fordul elő. Gömbszerű oxidzárványok tekintetében ugyan 2 adag 1-1 látómezőjében 4-es ill. 5-ös zárvány is kimutatható, de az átlagos fokozatszám – középértéket alapul véve – 1,4–1,5 körüli, ami megfelelő szintű tisztaságra utal.

A tisztaság zárványfokozattal való minősítését nehezíti, hogy CaAlFe-huzal adagolása esetén nem a klasszikus alumínium-oxidok a jellegzetes zárványok, hanem a Ca-tartalmú komplex oxidok, melyekre nézve az etelonos összehasonlítás nehéz. Mikroszondás és képelemző (Quantimet) mérésekkel kiegészítve a tisztaság pontosabban leírható, ezek a vizsgálatok azonban időigényük miatt üzemszerűen nem hasznosíthatók. Újdonságként egy doktoranduszi munka keretében tervbe vettük egy új spektrométeres eszköz – az OES-PDA típusú, impulzus magasságválogatással végzett optikai emissziós spektrometria – felhasználását arra, hogy lehetőség nyíljon az üstben lévő folyékony acél zárványosságának gyors, rutinszerűen végezhető, számszerű jellemzésére.

Ma még sok a kutatónivaló ezen a téren. Tapasztalataink szerint a Dunaferben használt próbavevőkkel a próbavétel még erre nem ad lehetőséget. A használatos



7. ábra. Az acéláramlás sebessége az argonfátyában az argonáramlás sebességének függvényében



8. ábra. A zárványok kiinduló mennyiségének 10, 1 és 0,1 %-ra történő csökkenéséhez szükséges idő 10 és 50 µm-es zárványméret esetén

minták túlzott salakossága alkalmatlanná teszi azok felhasználását e célra. Amennyiben megoldódnak a próbavételi gondok,

bizakodni lehet abban is, hogy gyártásközi előrejelzéssel lehessen a lágyöblítéses argonátöblítés tisztító hatását ellenőrizni, s

2. táblázat. Lágy öblítéssel gyártott kísérleti adagok technológiai paramétere

Adagszám	C _{csap} % kg	Al m ³	Ar _{csap} m ³	Ar _{üst} kg	Al _{huzal} %	(CaO) %	(FeO) %	(Al ₂ O ₃) %	(SiO ₂) %	B	a _o , vég ppm	Idő _{üst} perc	Al _{vég} %
1. 507313	0,037	212	60	3064	60	57,78	2,4	25,81	7,99	7,23	2,39	14,78	0,055
2. 507314	0,040	240	23,94	8094	55	58,22	2,24	58,22	4,45	13,04	2,75	25,0	0,063
3. 507315	0,041	235	35,74	-	60	56,30	3,45	25,04	8,54	6,59	2,94	26,05	0,057
4. 507316	0,048	227	57,83	-	-	62,30	3,78	24,10	5,05	12,35	2,57	14,60	0,062
5. 507317	0,038	212	32,97	-	20	61,17	4,46	23,19	5,30	11,53	2,92	18,73	0,060
6. 507330	0,042	263	23,22	5791	35	53,48	4,92	28,75	6,98	7,56	3,84	34,15	0,060
7. 507331	0,056	230	45,14	-	10	59,96	3,14	24,91	6,26	9,59	2,58	20,30	0,057
8. 507332	0,046	218	24,24	-	15	59,07	3,7	25,36	5,42	10,91	2,96	20,40	0,052
9. 507333	0,048	263	20,91	-	50	-	-	-	-	-	3,18	24,48	0,051
10. 507334	0,042	229	70	-	70	55,28	4,19	28,79	5,65	9,79	3,44	27,27	0,052
Átlag	0,044	233	39,4	5649,6	41,6	58,17	3,58	29,35	6,18	9,84	3,28	25,0	0,057

ha szükséges, időről időre a technológiát tovább finomítani. A lágyöblítéses argonozással elérhető tisztító hatás azonban – ha utólagos ellenőrzéssel is – már ma is a minőségjavítás igen fontos láncszeme a nagy tisztaságú acélok gyártásában.

5. Összefoglalás

1. Acélok üstmetallurgiai kezelése során nyugodt fürdő nem létezik, ezért noha a Stokes-törvény alapján a nagyobb méretű zárványoknak a turbulens áramlás közepette is nagyobb esélyük van a salakba kerülésre, a tisztaság javításához kellő időtartamú lágy argonátöblítésre van szükség.
2. Ha turbulens áramlás során a zárványok salakba juttatásához szükséges felhajtóerőt növelni akarjuk (ami a zárványfelúszás időtartamát csökkentheti), ak-

kor az acélfelúszás sebessége csökkentendő legalábbis addig, amíg a zárvány a rendelkezésre álló idő alatt a salakrétegig eljut, de az argon-acél feláramlás miatti kidudorodás nem következik be. Ez a FLUENT-szoftverrel elvégzett szimulációs vizsgálatok szerint azt jelenti, hogy az üstmetallurgia kezdetén alkalmazott argonbefúvatás értékét a lágyöblítés során 50–100 Ndm³/percre kell csökkenteni.

3. A lágyöblítéses argonátöblítés tisztaságjavító hatása a hengerelt lemezekből vett mintán összehasonlító módszerekkel kimutatható, noha a komplex zárványok miatt az összehasonlító módszerek egyike sem ideális. Célszerű lenne a lépcsős dezoxidáció pontosabban tétele érdekében a tisztaságjavítást már az adaggyártás közben elvégzett

vizsgálatokkal segíteni. Erre a próbavételi módszerek finomítása és az emissziós spektrometria fejlesztése nyújthat lehetőséget.

Irodalom

1. Zhang, L. – Thomas, B.: State of the Art in Evaluation and Control of Steel Cleanliness. ISIJ Int. 2003:3, 271-291.
2. Pluschkell, W.: Grundoperationen pflanzenmetallurgischer Prozesse. Stahl und Eisen 1981:13-14, 97-103.
3. A metallurgiai üstben kialakuló áramlás numerikus szimulációja. BME Áramlástan Tanszékén készült tanulmány 2005.
4. Si-mentes, Al-mal dezoxidált nagyszilárdságú acélok gyártástechnológiájának fejlesztése. A Dunafer megbízásából készült tanulmány, MeAKKK, 2004. 23.

■ HÍREK, INFORMÁCIÓK

Beszámoló a 7. Nemzetközi Clean Steel (Tiszta Acél) Konferenciáról

Egyesületünk hetedik alkalommal volt házigazdája a 7. Nemzetközi Clean Steel Konferenciának, amelyre 2007. június 4-6. között Balatonfüreden került sor. A konferencia szervezését számos nemzetközi szervezet (az EU Szén és Acél Kutatási Alapja, a Nemzetközi Vas és Acél Intézet, az EUROFER, az Acélpári Egyesületek Európai Szövetsége), valamint az Európában meghatározó kohászati egyesületek (a német, angol, svéd és francia társszervezetek) támogatták. A Nemzetközi Szervező Bizottság munkájában az OMBKE elnöke mellett a német, svéd, angol, francia egyesület, valamint az IISI és az EUROFER illetékes vezetői vettek részt.

A konferenciának 190 résztvevője volt; közülük 170-en érkeztek külföldről, összesen 30 országból. Különösen sok szakember érkezett Németországból, Svédországból, a Koreai Köztársaságból, Ausztriából és Japánból. A tudományos program 62 előadásból állt; a konferencia nyelve angol volt.

Kiemelésre érdemes a doktorandusz előadók és résztvevők nagy száma a konferencián; ebből a szempontból a koreai, svéd és belga delegációkat kell megemlíteni.

A konferenciát dr. Tardy Pál, a Nemzetközi Szervező Bizottság elnöke nyitotta meg; ezt követően dr. Tolnay Lajos, az OMBKE elnöke üdvözölte a megjelenteket.

A konferencia első, plenáris szekciójában neves meghívott előadók tartottak átfogó előadásokat a tiszta acélokkal kapcsolatos új ismeretekről. Ezután két teremben párhuzamosan folytak az előadások a következő témakörökben:

- a nemfémes zárványok keletkezése
- az olvadáráramlás hatása a tisztaságra
- üstmetallurgia
- a tisztaság alakulása a folyamatos öntés és a dermedés során
- az acél tisztaságának meghatározása
- termékorientált technológiák
- speciális problémák és speciális megoldások.

A felsorolt szekciókban több előadás foglalkozott a zárványosság kialakulásának, az acéolvadáskor lejátszódó folyamatoknak a modellezésével, a korszerű és újszerű technológiákkal elért eredményekkel, a zárványosságnak az acéltermékekre gyakorolt hatásával. Az előadásokat élénk vita követte, amiben jelentős szerepe volt a szekciókat levezető elnököknek.

Négy magyar előadás hangzott el a konferencián, amelyek összeállításában a Miskolci Egyetem, a Dunafer Rt. és az MVAE szakemberei vettek részt.

A konferencia előadásait nyomtatott és elektronikus formában (CD) egyaránt megkapták a résztvevők. Megvásárlásukra ezután is megvan a lehetőség; a tartalomjegyzék – azaz a konferencián elhangzott előadások listája – az MVAE honlapján elérhető (www.mvae.hu).

A konferencia programját június 4-én a Tihanyi Apátságban rendezett orgonahangversennyel, 5-én pedig magyaros vacsorával és folklórprogrammal gazdagítottuk.

Említésre méltó a konferencia résztvevőinek fegyelmezettsége és folyamatos érdeklődése az előadások iránt; jellemző, hogy az utolsó előadásokon is tele volt az előadóterem hallgatókkal, és csak a repülőtérré induló autóbuszok menetrendje szabott korlátot a hozzászólásoknak, vitáknak.

A konferencia zárszavában a Szervező Bizottság vezetője bejelentette, hogy a 8. Clean Steel Konferenciára ugyancsak Balatonfüreden, 5 év múlva (2012) kerül sor.

Az acélipar energiafelhasználásáról és CO₂-kibocsátásáról

Az acélipar energiaintenzív ágazat, ennek megfelelően jelentős az energiaköltségek részaránya az összköltségben és nagy a CO₂-kibocsátása. A szerzők áttekintést adtak az acélipar energiafelhasználásában és CO₂-kibocsátásában kialakult nemzetközi trendekről. Összefoglalták az EU energiapolitikájának fő elemeit és az arról kialakult véleményeket. Értékeltek a CO₂-kereskedelem 1. fordulójának eredményeit és a 2008–2012 időszakra vonatkozó terveket. Megállapították, hogy a hazai acélipari vállalatok energiahatékonyasága javul, de bizonyos területeken elmarad a mértékadó nemzetközi színvonaltól.

1. Bevezetés

Az acélipar az energiaintenzív ágazatok közé tartozik: energiafelhasználása az előállított termékek értékére vetítve nagy, az energiaköltségek jelentős (15–20%-os) részarányt tesznek ki költségeikben. Az acélipar ezért hosszú ideje törekszik a fajlagos energiafelhasználás csökkentésére.

Ezt a folyamatot felgyorsította a világ acéliparában a harmadik évezred elején kialakult új trend: az acéltermelés példátlanul dinamikus növekedése, ami ugrászerű áremelkedést eredményezett a bététanyagok és a kokszolható szén (kohókoks) piacán. Az EU-tagországok esetében ezeket a folyamatokat további két tényező erősíti:

- az EU energiaellátásának általános helyzete

- a CO₂-kereskedelem bevezetése.

Ezek a globális fejlemények a hazai acélipari vállalatok működési feltételeit is értelemszerűen befolyásolják.

Ebben a dolgozatban kitekintést adunk a világ acéliparában tapasztalt folyamatokról és trendekről, majd az MVAE tagvállalatok globális energiafelhasználásának alakulását és a CO₂-kereskedelem első évének tapasztalatait foglaljuk össze.

2. Az acélipar energiafelhasználása és CO₂-kibocsátása – nemzetközi kitekintés

2.1. Az energiafelhasználás és ellátás

Az acéliparnak – a többi alapanyag-termelő ágazathoz hasonlóan – nagy az energia intenzitása: a termelt értékre vetítve sok energiát használ fel. Mivel az energia mindig pénzbe került, az acélipar évtizedek óta céltudatosan törekszik a faj-

lagos (termelésre vetített) energiafelhasználás csökkentésére. Az EU acéliparában 1975 és 2000 között közel a felére (53%) csökkent ez az érték.

Néhány jellemző adat:

- az elektroacélgyártás fajlagos villamosenergia-felhasználása 1965-ben 630 kWh/t volt, 2005-ben 345 kWh/t
- az elektróda-felhasználás ugyanezen idő alatt 6,5 kg/t-ról 1,1 kg/t-ra csökkent
- az integrált acélgyártás legnagyobb energiaigényű technológiájának, a nyersvasgyártásnak a C-igénye ma már az elméleti határ közelében van.

Az elméleti érték 414 kg C/t nyersvas, ill. 465 kg koks/nyersvas. Ebből 380 kg C a vasérc redukciójára és a nyersvas C-tartalmának biztosítására fordítódik, azaz a tényleges energetikai felhasználás a számítások szerint mindössze 34 kg C/t nyersvas.

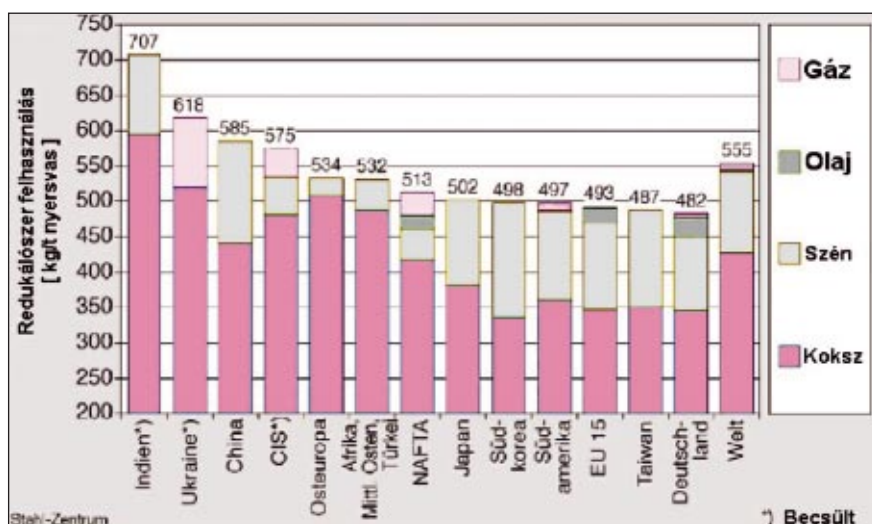
Az egyes országok, régiók között jelentős különbségek vannak a nyersvasgyártás fajlagos redukálószer-felhasználását illetően (1. ábra). Indiában 707 kg/t, Németországban 482 kg/t a fajlagos felhasználás; az utóbbi adat már nagyon közel van az elméleti határhoz (465 kg/t).

Az ábra azt is szemlélteti, hogy mindennél törekednek a koks egy részének más, olcsóbb redukálóanyaggal vagy energiahordozóval történő helyettesítésére. Ma már nem ritka a 100–150 kg szénpor/t nyersvas befűvése. Ezt részben a koks (kokszolható szén) árának növekedése, részben pedig a kokszipiacon időnként kialakult feszültségek indokolják.

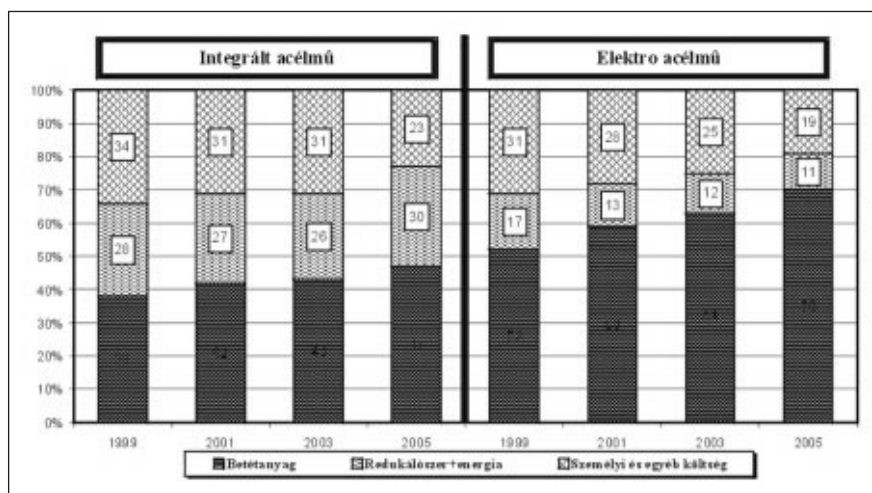
A 2. ábrán az alapanyag- és energia-költségek részarányának változását mutatjuk be az összes költségben. Ez 1999 és 2005 között az integrált acélgyártás esetében 28%-ról 30%-ra nőtt (a drasztikusan növekvő alapanyagárak mellett is). Elektroacélgyártásnál – amelynek lényegesen kisebb a fajlagos energiafelhasználása – a bététanyagok (acélhulladék) árnövekedésének hatása messze meghaladta a villamos energia árnövekedés hatását, emiatt az energiaköltségek részaránya – az áremelkedések ellenére – csökkent.

Németh Szabolcs 1995-ben szerzett kohómérnöki diplomát a Miskolci Egyetemen, majd doktoranduszként folytatta tanulmányait. Kutatómunkája során energiagazdálkodással és (léggör) környezetvédelemmel foglalkozott. Ösztöndíjat nyert 1997-ben a graz-i műszaki egyetemre (Ausztria), majd 2000–2003-ban Monbusho-ösztöndíjjal a Tohoku Egyetemen (Japán) dolgozott. 2001-ben PhD tudományos fokozatot szerzett a Miskolci Egyetemen. 1999–2000-ben a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés főenergetikusa, 2004–2005-ben a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Kohéziós Alap Főosztályán környezetvédelmi projektek magvalósításán dolgozott. Jelenleg az EU által finanszírozott egyik legnagyobb környezetvédelmi beruházás, a Budapest Központi Szennyvíztisztító Telep és kapcsolódó létesítményei projekt ütemező mérnöke, az ENVIRODUNA Beruházás Előkészítő Kft. munkatársa. **Dr. Tardy Pál** okleveles kohómérnök, a műszaki tudomány doktora, a Miskolci Egyetem magántanára. A Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés igazgatóhelyettese, számos nemzetközi nagyrendezvény főszervezője. A 90-es években két cikluson keresztül az OMBKE főtítkára, majd elnöke. Az MTA Metallurgiai Bizottságának vezetője. Kb. 160 dolgozata, előadása jelent meg, nagy részük külföldön.

Készült az MVAE Igazgatótanács 2007. májusi ülésére készített anyag felhasználásával.



1. ábra. A nagyolvasztók redukálószer-felhasználása 2005-ben



2. ábra. Az alapanyagok és energiahordozók árnövekedésének hatása az acélművek költség-szerkezetére

Az Európai Unió energiahordozókban szegény. A jelenlegi importfüggőség 50%-ra tehető; földgáz esetében ez 57%, olaj esetében 89%. A jelenlegi tendenciákból extrapolálva az energiatülszórás (az import részaránya a felhasználásban) 2030-ra összességében 65%-ra, a földgáznál 84%-ra, az olajnál 93%-ra nőne, ami rendkívül nagy kockázatokkal jár.

Az energiapolitika mára az EU egyik központi kérdésévé vált. Az Európai Bizottság Vállalkozási Igazgatósága által létrehozott Magas Szintű Bizottság (High Level Group on Competitiveness Energy and the Environment) 2006 júniusában készült jelentésének legfontosabb megállapításai a következők voltak:

1. Az energiapiac liberalizációja nem hozta meg a várt eredményeket. A Bizottság vizsgálatai rámutattak, hogy a piac mű-

ködése gyakran nem felel meg az előírásoknak (Electricity and Gas Directives). Kíváncsnak tartják a koncentráció csökkentését és a hálózatok működtetői közötti összefonódások megszüntetését.

2. Az energiapiacok még többnyire nemzeti piacok; emiatt az unión belül is jelentős árkülönbségek vannak, ami első sorban az energiaintenzív ágazatok versenyképességét befolyásolja. Kíváncsnak lenne regionális, ill. a teljes EU-ra kiterjedő piacok kialakítása.

3. Növelni kell a határokon átnyúló villamosenergia-szállításokat, amihez egy-egy szabványokat, szabályokat kell kialakítani.

4. Felül kell vizsgálni az energiaszállítók árképző mechanizmusát.

5. Növelni kell a gázz szállítók és villamosenergia-szolgáltatók kapacitásait (új cső-

vezetékek, erőművek létrehozása). Ellenkező esetben a szállítók mindig hivatkozni tudnak a biztonságos ellátásra irányuló kötelezettségükre, és árakat érdekeiknek megfelelően tudják alakítani.

6. Az energia intenzív ágazatokat (így az acélpárt is) különösen sújtják az energiapiac bizonytalanságai és áremelkedései. Versenyképességük megtartása érdekében méltányos, jól előrejelezhető árakra van szükség. Az EU energiapolitikáját ennek megfelelően kell átalakítani és érvényesíteni.

7. Javasolják a nagyfelhasználók és az energiaszolgáltatók közötti hosszú távú együttműködést, szerződések kialakítását. Ezt figyelembe kell venni a versenypolitika ellenőreinek is (nem szabad tiltani).

8. A CO₂-kereskedelem első évét (2005) kísérletnek kell tekinteni; a keletkezett anomáliákat meg kell vizsgálni, és korrekciójukra ki kell dolgozni a módszereket.

9. A tagállamok vegyék figyelembe az emisszió kereskedelem negatív hatásait az energia intenzív ágazatok versenyképességére, és járuljanak hozzá speciális allokációk biztosításához. A speciális allokációknak azonban összhangban kell lenni az állami támogatásokra vonatkozó szabályokkal.

10. Azonnali és hosszú távú intézkedések sorára tettek javaslatokat abból a célból, hogy az emisszió kereskedelem ténylegesen a kitűzött célt szolgálja, és ne tegye lehetővé sem extraprofit szerzését, sem jól működő ágazatok, vállalatok versenyképességének drasztikus lerontását.

Az Európai Bizottság 2007. január 10-én tette közzé energia- és klímavédelmi koncepcióját. Eszerint a kialakult tendenciák változatlansága mellett az unió biztonságos energiaellátása nem tartható fenn. Az új stratégia legfontosabb céljai:

- az ellátás biztonsága
- a klímaváltozás elleni harc
- az import szénhidrogén-ellátás esetlegességének csökkentése
- gazdasági növekedés, munkahelyteremtés

A klímaváltozás fékezése érdekében 1990-hez viszonyítva 2020-ig 20%-kal, 2050-ig átlag 50%-kal kell csökkenteni a világ CO₂-kibocsátását.

Ennek a koncepciónak a megvalósítása kidolgozók szerint az EU-t egy új ipari forradalom katalizátorává teheti; realitásban azonban sokan kételkednek.

2.1. Az acélipar CO₂-kibocsátásának csökkentése

Az üvegházhatású gázok hatása a Föld klímaváltozására évtizedek óta egyre fokozódó vizsgálatok tárgya. Az 1990-es évek vége felé (1997-ben) a nemzetközi szervezetek cselekvésre szánták el magukat: a Kyotoi Szerződésben önként vállalták kibocsátásuk korlátozását. A Kyotoi Szerződést 160 ország írta alá, amelyek az összes emberi tevékenység által okozott kibocsátás 55%-áért felelősek. Néhány nagy kibocsátó aláírta ugyan, de nem ratifikálta a szerződést (USA, Ausztrália).

Az emberi tevékenység által kibocsátott összes CO₂-emisszió 21%-a származik ipari tevékenységből; ennek 15%-át az acélipar bocsátja ki, azaz ágazatunk a teljes kibocsátás 3,15%-áért felelős (globális adatok).

Az EU fajlagos (egy főre eső) acéltermelése messze meghaladja a világ átlagát; az EU-ban ennek megfelelően lényegesen nagyobb (26%) az acélipar részese-
dése az ipari kibocsátásban.

Az EU acélipara ugyanakkor műszaki fejlettség szempontjából élenjárónak tekinthető. Jól érzékelhető ez a fajlagos CO₂-kibocsátás adataiban is (3. ábra).

Eszerint 2005-ben a világ legnagyobb acéltermelője, Kína esetében 2100-2200 kg/t acél, az acéliparának fejlettségéről közismert Japán esetében 1700 kg/t acél, az EU (15) esetében 1300 kg/t acél volt a fajlagos CO₂-kibocsátás. A különbségekben nyilván jelentős szerepe van annak is, hogy az elektroacélgyártás részaránya az EU-ban magas, de régióknak – mint láttuk – a nyersvasgyártás fajlagos redukálószer felhasználásában (ennek megfelelően a fajlagos CO₂ emissziójában) is élenjáró.

Az Európai Bizottság úgy döntött, hogy a CO₂-kereskedelem bevezetésével biztosítja a Kyotoi Szerződésben vállalt kötelezettségeket. Az emissziókereskedelemmel és az acéliparra háruló következményeivel az elmúlt években többször is foglalkoztunk; most a 2007-ben lezáruló első kereskedelmi forduló tapasztalatait, valamint a 2008–2012-re kialakított terv lényegét foglaljuk össze.

Az előző forduló eredményeinek átfogó értékelésére még nincs mód, mert a 2006-os kibocsátási adatok nem állnak maradéktalanul rendelkezésre. Az EU által jóváhagyott allokációk és a 2005-ös tényleges kibocsátások összehasonlítására azonban megvan a lehetőség. Néhány

adatot az alábbiakban ismertetünk.

Ezek szerint a tagállamok nagy többsége több kibocsátásra kapott engedélyt, mint amennyit ténylegesen kibocsátott; csak Olaszország, az Egyesült Királyság, Spanyolország, Ausztria és Írország kapott kevesebb kvótát, mint amit kibocsátott. Magyarországnak túl-alkotációja (13,9%) nem volt kiugróan magas vagy alacsony.

Érdekes emellett összehasonlítani a kibocsátásokat a számításon alapuló kibocsátási adatokkal. Eszerint EU-szinten 3,4%-kal, a régi tagországok esetében 2,4%-kal, az új tagországok esetében pedig 7,8%-kal kisebb volt a 2005. évi emisszió, mint a kiindulási alap. Ez arra utal, hogy a kereskedelem bevezetésének az első év tapasztalatai szerint a túl-alkotációk ellenére is ténylegesen volt emissziócsökkentő hatása.

A CO₂ európai piacon hosszú ideig nem tudták, hogy az országok (vállalatok) túl-alkotálták magukat. Ennek eredményeképpen 2005 és 2006 márciusa között nagyobb volt a kereslet mint a kínálat, és a CO₂ kereskedelmi ára magas szintre emelkedett (20-30 euró/t). 2006 tavaszán jöttek az első hírek arról, hogy a túl-alkotációk miatt je-

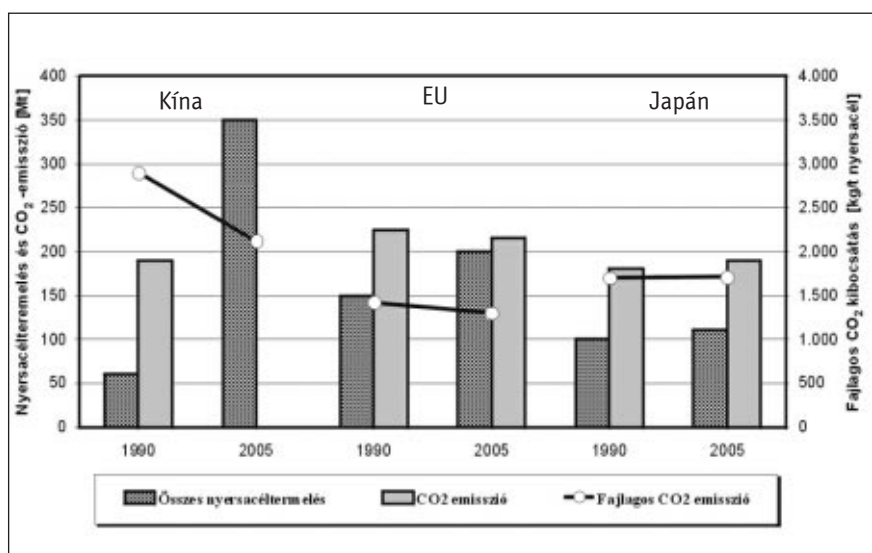
1. táblázat. Az EU néhány tagországának 2005. évi emissziós adatai

Ország	Engedélyezett CO ₂ , Mt	Kibocsátott CO ₂ , Mt	Túl-alkotáció %
EU	2087,9	2006,6	3,9
Németország	495	474	4,2
Lengyelország	235,6	205,4	12,8
Olaszország	215,8	225,3	-4,4
Egyesült Királyság	206	242,5	-17,7
Spanyolország	172,1	182,9	-6,3
Franciaország	150,4	131,3	12,7
Csehország	96,9	82,5	14,9
Hollandia	86,5	80,4	7,1
Görögország	71,1	71,3	-0,2
Belgium	58,3	55,4	5,1
Finnország	44,7	33,1	25,9
Dánia	37,3	26,5	29
Portugália	36,9	36,4	1,3
Ausztria	32,4	33,4	-3
Szlovákia	30,5	25,2	17,2
Magyarország	30,2	26	13,9
Svédország	22,3	19,3	13,3
Írország	19,2	22,4	-16,4
Észtország	16,7	12,6	24,6
Litvánia	13,5	6,6	51,1
Szlovénia	9,1	8,7	4,6
Lettország	4,1	2,9	29,9
Luxemburg	3,2	2,6	19,4

2. táblázat. Az EU néhány tagországának 2005. évi emissziós kvótái

Ország	1. forduló kvóta	2005. évi kibocsátás	Kért kvóta 2008-2012	Kapott kvóta 2008-2012
Ausztria	33	33,4	32,8	30,7
Belgium	62,1	55,6	63,3	58,5
Csehország	97,6	82,5	101,9	86,8
Franciaország	156,5	131,3	132,8	132,8
Magyarország	31,3	26	30,7	26,9
Németország	499	474	482	453,1
Görögország	74,4	71,3	75,5	69,1
Írország	22,3	22,4	22,6	21,15
Lettország	4,6	2,9	7,7	3,3
Litvánia	12,3	6,6	16,6	8,8
Luxemburg	3,4	2,6	3,95	2,7
Málta	2,9	1,98	2,96	2,1
Hollandia	95,3	80,35	90,4	85,8
Lengyelország	239,1	203,1	284,6	208,5
Szlovákia	30,5	25,2	41,3	30,9
Szlovénia	8,8	8,7	8,3	8,3
Spanyolország	174,4	182,9	152,7	152,3
Svédország	22,9	19,3	25,2	22,8
Egyesült Királyság	245,3	242,4	246,2	246,2
Összesen	1815,7	1672,54	1821,54	1650,75

lentős többletkészletek kerülhetnek piacra, ami drámai áresésekhez vezetett: az év végén 1 euró/t körüli értékben voltak jegyzések. Figyelmeztető jel viszont, hogy amíg a villamos energia ára az emelkedő szakaszban viszonylag jól követte a CO₂



■ 3. ábra. A CO₂ emisszió változása 1990 és 2005 között

árnövekedését, az előbb említett drámai árcsökkenés ezen a piacon már nem jelent meg (4. ábra).

A tapasztalatok birtokában az Európai Bizottság szigorította követelményrendszerét. A 2008–2012 közötti kvótákat nem a korábbi allokációkra alapozták, hanem a 2005. évi tényleges kibocsátási adatok alapján osztották ki. Az eddig jóváhagyott kiosztást a következő táblázat tartalmazza. Ebből jól látható, hogy a kért mennyiségeket erősen csökkentve néhány kivétellel a 2005. évi tényleges kibocsátásoknál kevesebb kvótát kaptak az országok. Magyarország esetében kb. 14%-kal kevesebb kvótát adtak a kértnél, és alig (3,5%-kal) emelték a 2005. évi tényleges kibocsátás fölé a 2008–2012 közötti kvótát. Ez rendkívül súlyos szigorítást jelent, hiszen a gazdaság várható növekedése ennél sokkal nagyobb, így valószínű, hogy 2012-ben már igen súlyos problémákkal kell szembenézni.

Az EU döntése a tanulmány írásának idején vált publikussá, így még nem voltak ismeretesek a kormány ellenlépései. Az azóta beérkezett információk szerint a vállalatok és az MVAE kérése ellenére a kormány nem változtatott az ágazatunkra vonatkozó adatokon.

Érdemes e helyen megjegyezni, hogy Szlovákia ebből a szempontból sokkal ügyesebben politizált nálunk, mert a 2005. évi kibocsátáshoz képest 22%-kal növelni tudta kvótáját.

2.3. A közép-európai országok álláspontja az EU energiapolitikájáról

Csehország, Szlovákia, Magyarország,

Ausztria, Szlovénia és Horvátország munkaadói szervezetei közös álláspont kialakításán dolgoznak a hatékony és versenyképes európai energiapiaccal foglalkozó európai energiapolitikai dokumentumról. Az állásfoglalás első változatát 2007. május 8-án hozták nyilvánosságra. Az alábbiakban foglaljuk össze az állásfoglalás legfontosabb megállapításait.

Az energia továbbra is az EU egyik legfontosabb politikai ügye. A klímaváltozás, az árak változatossága és az importfüggőség egyaránt fontos szerepet játszik a megoldandó problémák között.

Az Európai Bizottság 2007. tavaszi állásfoglalása mérföldkőnek számít a közös európai energiapolitika kialakítása szempontjából. Rendkívül ambiciózus célokat tűztek ki a hatékonyság, a megújuló energiák felhasználása és a klímaváltozás területén egyaránt. Ezen célkitűzések megvalósításánál a tisztességes és igazságos felelősségmegosztás alapvető fontosságú.

A különböző energiahordozók arányainak elemzésénél és tervezésénél figyelembe kell venni az összefüggéseket és a felmerülő problémákat:

- a szénfelhasználás (szénbányászat) visszaszorítása számos országban visszaszorítaná az olcsó és helyben elérhető forrásokat, amellyel jelentős elbocsátásokkal járna;
- a gáz egyoldalú előnyben részesítése tovább növeli az amúgy is nagy importfüggőséget;
- a megújuló energiaforrások erőltetése jelenlegi formájában rendkívül költséges, és pl. a szélenergia esetében a hoz-

záférés nem folyamatos (szélcsend). Emiatt a szélenergia kapacitás biztosításáról is gondoskodni kell, ami növeli a beruházási költségeket.

- a nukleáris energiáról megoszlik a tagállamok véleménye.

Az EU egységes energiapiaca még nagyon távol van a megvalósulástól, ami befolyásolja a versenyképességet, és változatos árakat eredményez. Támogatják azt az elképzelést, hogy független, megfelelően szabályozott hálózatra, a szállítási lehetőségekhez való egyenlő hozzáférésre van szükség.

Nemzeti szinten stabil szabályozásra van szükség, a nemzeti szabályozás irányítóinak pedig EU szinten együtt kell működni, hogy a nemzeti piacokat mielőbb harmonizálhassák. Ennek kapcsán fel kell számolni azokat a technikai és szabályozási különbségeket, amelyek ma nehezítik a határon túli szállításokat.

Az EU energiaellátási rendszerét a lehető legváltozatosabb forrásokból kell táplálni, ezen belül a tagországok maguk döntéshessenek saját energiaforrásaikról. Csökkenteni kell az esetleges ellátási hiány és az erős áringadozások kockázatát, maximálni kell a beszállító országok, régiók számát.

A nukleáris energia vonzóan tűnik a CO₂-kibocsátás csökkentése szempontjából, azonban több országban előítéletek vannak vele szemben. A tagországoknak maguknak kell dönteni alkalmazásának mértékéről.

A megújuló energiák hosszú távon fontos lehetőséget jelentenek, jelenleg azonban nem alkalmasak arra, hogy költséghatékonyan kiváltsák a hagyományos energiahordozókat. Az Európai Bizottság által kitűzött 20% részarány rendkívül magas, és súlyosan ronthatja Európa versenyképességét. Itt is a tagországokra kell bízni a döntést (természeti adottságaik eltérőek).

Támogatni kell az energiával kapcsolatos K+F tevékenységet, az alaputatásoktól a bevezetésig. A K+F támogatása hosszabb távon kifizetődőbb, mint a meglévő technikák támogatása. Az EU legyen ezen a területen élenjáró azt is figyelembe véve, hogy a hasznosítható eredményeknek igen nagy lehet a piaca (Kína, India).

A beszerzési forrásokat illetően abból kell kiindulni, hogy a 27 tagország a primer energiának több mint felét importálja, ezért rendkívül fontos az egységes felépítés. Nincs helye a nacionalizmusnak,

ezen a területen Európának egy nyelven kell beszélnie.

Oroszországgal is egységes, világos tárgyalásokat kell folytatni. Az átláthatóság és kölcsönösség, valamint a hosszú távú beruházások stabilitása legyen kiinduló szempont a tárgyalásoknál. Oroszország jelezte, hogy elfogadja az Energia Chartát, de eddig nem ratifikálta. Ez nem elegendő, és ragaszkodni kell a Charta ratifikációjához.

Egyre nyilvánvalóbb, hogy Oroszország célja az, hogy az EU gázellátása Oroszországból, vagy orosz területen keresztül érkezzen. Itt óriási stratégiai, pénzügyi és politikai tételek forognak kockán.

Európának ennek megfelelően alternatív szállítási vonalokról kell gondoskodni, mint pl. a Nabucco vezeték. Ennek megépítését minden tagországnak támogatni kell.

A klímapolitikát illetően az EU azon egyoldalú döntése, hogy 2020-ig 30%-kal csökkenteni kell a kibocsátást, nem elegendő a klímaváltozás megakadályozására, de jelentősen veszélyezteti Európa energiaintenzív iparágainak a versenyképességét. A globális felmelegedés fékezése érdekében valamennyi CO₂-kibocsátó együttműködésére van szükség, a feltörekvő gazdaságokat is beleértve. Az EU hatékonyságát a klímaváltozás ügyében nem annak alapján lehet majd megítélni, hogy mennyivel csökkenti a CO₂ kibocsátását, hanem annak alapján, hogy milyen mértékben sikerült meggyőzni a többi nagy kibocsátót a globális elkötelezettség érdekében.

A kibocsátáscsökkentés kényszerét eddig kizárólag a CO₂-kereskedelem jelenlegi szereplőinél (ipari nagy kibocsátók) alkalmazták. A jövőben ezt a többi ágazatra, a többi szektor és a szállítás-közlekedés területére is ki kell terjeszteni.

3. Az MVAE tagvállalatok összes energiafelhasználása

Magyarország energiafelhasználásában a vaskohászat jelentős tényező, ezért az itt tapasztalt változások országos mértékben is érzékelhetők. A vaskohászat energiafelhasználását alapvetően meghatározza:

- a termelés nagysága,
- a termelés technológiai szerkezete,
- az egyes technológiák energiafelhasználása.

Az országok energiafelhasználási adatainak alakulását a 4-6. ábrák tartalmazzák.

Az acélpipari technológiák közül az acélgyártás módja befolyásolhatja a legjelen-

tősebben az energiaigényt. Az integrált acélgyártás fajlagos energiaigénye sokkal nagyobb az elektroacélgyártásnál, így a diósgyőri nagyolvasztó 1996-ban történt leállítására ugrásszerű változást eredményezett az egész hazai acélipar abszolút és fajlagos energiafelhasználásában.

A nyersacéltermelés ebben az időszakban 1,6 és 2,09 Mt között, a hengerelt árutertermelés 2,1 és 2,7 Mt között változott (utóbbiak halmozott adatok, azaz a melegen és hidegen hengerelt termékeket összegeztük).

A tagvállalatok összes közvetlen energiafelhasználása a termeléshez hasonlóan ingadozott; a fajlagos összes közvetlen energiafelhasználás viszont egyértelműen csökkenő tendenciát mutatott.

A metallurgiai fázisok energiaszükséglete 70-78%-a a közvetlen teljes energiafelhasználásnak. Ezen belül a fajlagos értékek folyamatosan csökkentek.

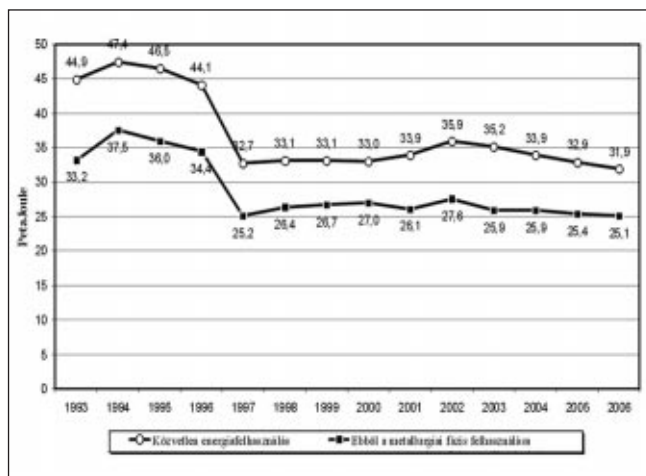
4. A vaskohászati technológiák fajlagos energiafelhasználása tagvállalatainknál a nemzetközi felmérések tükrében

A vaskohászat nemzeti és nemzetközi szervezetei hosszú idő óta elemzik az ágazat energiafelhasználásának alakulását; erről számos kiadvány, konferenciaanyag, közlemény jelent meg.

Az elemzések és az elvi lehetőségek felmérésével meghatározták azokat az adatokat, amelyek az energiatakarékos technológiák alkalmazásával elérhetők. Az EcoTech-nek nevezett változat olyan virtuális üzemet jelent, amelyben az adott tevékenység területén már működő és életké-



4. ábra. A CO₂ kereskedelmi ára és a villamos energia ára

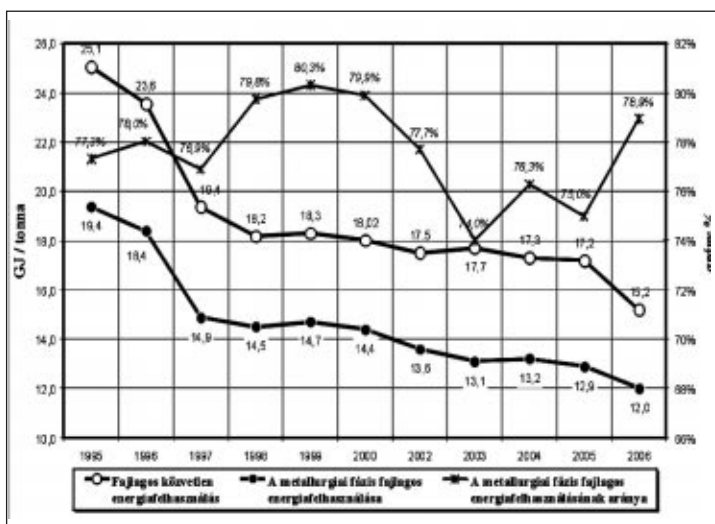


5. ábra. A vaskohászat közvetlen energiafelhasználása

pesnek (gazdaságosnak) bizonyult megoldásokat alkalmaznak egy helyen; az AllTech virtuális üzem esetében azokat az energiatakarékos módszereket is figyelembe vették, amelyek ugyan technológiailag lehetségesek (megoldottak), de a magas költségek miatt egyelőre nem életképesek.

Ezen adatok felhasználásával az alábbiak állapíthatók meg:

- a zsugorítmánygyártás, valamint a meleg- és hideghengerlés hazai fajlagos energiafelhasználási adatai a nemzetközi adatok szórásmezijén belül vannak.
- a „folyékony” fázisok (nyersvasgyártás, konverter- és elektroacélgyártás) fajlagos energiafelhasználása érintett tagvállalataink esetében magasabb a mértékadó nemzetközi színvonalnál. Ehhez hozzá kell tenni, hogy – amint leírtuk – az összes energiafelhasználáson belül ezeknek a technológiáknak a részaránya a legnagyobb. Ezek szerint elsősorban itt lehet és itt érdemes a fajlagos energiafelhasználást javítani.



■ 6. ábra. A vaskohászat fajlagos energiafelhasználásának arányai

5. A tagvállalatok tapasztalatai a CO₂-kereskedelem első évében; a 2. kereskedelmi periódusra kiosztott kvótákkal kapcsolatos problémák

Az acélipari vállalatok minden EU-tagországban sikeresek voltak olyan szempontból, hogy több kvótát kaptak, mint amennyit 2005-ben kibocsátottak. A túlallokáció mértéke kb. 10% volt. Hasonló volt a helyzet a magyar acélipar esetében is: lényegében minden termelési egység esetében fedezte a kvóta a tényleges kibocsátást.

Az első kereskedelmi forduló eredményeit látva – mint említettük – az Európai Bizottság lényegesen szigorúbb eljárást határozott el. Az 1. forduló esetében még sok volt a becslés, esetlegesség a kvóták meghatározásánál, amit az érintettek jól ki tudtak használni. A 2008–2012-es kvótát ezért a Bizottság lényegében a 2005-ös tényleges kibocsátásokra alapozta, és csak kivételesen, meggyőző érvelés birtokában járult hozzá ennél nagyobb kvóták engedélyezéséhez.

A magyar kormányzat által benyújtott 2008–2012. évi Nemzeti Kibocsátási Tervet a Bizottság súlyos kritikával illette; az igényelt 30,7 Mt helyett 26,9 Mt-t kapott az ország, ami alig nagyobb a 2005. évi tényleges kibocsátásnál (26 Mt).

A hozott EU döntések ismeretében csaknem biztosra vehető, hogy 2008-tól kezdve a CO₂ piaci ára ismét magasba szökik, és a kvótacsökkentés miatt a hazai vállalatok már nem tudják elkerülni a vásárlást. Ez értelemszerűen rontja versenyképességüket, elsősorban az EU-n kívüli

acélszállító ó k k a l szemben.

A CO₂-tőzsdén már 2008-as, illetve még későbbi eladásokra is lehet üzletet kötni; az árak ismereteink szerint 20 euró/tonna körül vannak, ami sokszorosa a jelenlegi áraknak.

A hazai acélipar termelése várakozásaink szerint jelentősen nőhet a 2. kereskedelmi forduló időszakában (2008–2012). Ez akkor is nagy többletkibocsátást eredményez, ha a növekedés alapvetően nem a metallurgiai fázisok területén várható. A többletkibocsátáshoz szükséges kvóták megvásárlása rontja az érintett vállalatok versenyképességét.

Éppen ezért egyetértünk a közép-európai EU-országok állásfoglalásával, amely felhívja erre a figyelmet. A jelenlegi rendszer aránytalanul nagy terhet ró az energaintenzív ágazatokra, így a vaskohászatra is.

6. Összefoglalás

- A világ acélipara az elmúlt években igen jelentős eredményeket ért el a fajlagos energiafelhasználás csökkentésében. Az EU acélipara ebben a tekintetben élenjárónak tekinthető.
- Az EU energiapolitikája jelentősen befolyásolja az acélipar versenyképességét. Az acélipar nemzetközi szervezetei ennek megfelelően folyamatosan felhívják az illetékesek figyelmét a méltányos áron történő biztonságos ellátás alapvető fontosságára.
- Az EU-ban kialakított első CO₂ kereskedelmi forduló (2005–2007) eddigi tapasztalatai szerint a legtöbb ország (ezen belül a legtöbb acélipari vállalat) 2005-ben kevesebb CO₂-t bocsátott ki, mint amekora kvótával rendelkezett. Ez a kezdetben gyorsan növekvő CO₂-egységárat 2006 tavaszán drasztikusan letörte.
- A CO₂-kereskedelem 2. fordulójára

(2008–2012) az Európai Bizottság a jelzett tapasztalatok birtokában lényegesen csökkentette a tagországok által igényelt kvótákat; bázisnak a 2005. évi tényleges kibocsátásokat tekintik, és ezt csak kivételes esetben lehet növelni. Magyarországon a kormányzat által igényelt kvótát 14%-kal csökkentették.

- Tagvállalataink összes energiafelhasználása az elmúlt években a termeléssel összhangban változott, a fajlagos közvetlen energiafelhasználás viszont egyértelműen csökkent.
- A felhasznált energia több mint háromnegyede 2006-ban is a metallurgiai fázisra esett. Éppen ezért fontos megjegyezni, hogy a fajlagos energiafelhasználás éppen ezen a területen nagyobb valamivel, mint a mértékadó nemzetközi színvonal.
- Tagvállalataink többsége 2005–2007 között elegendő CO₂ kvótával rendelkezett, külső forrásra nem szorult. A 2008–2012 közti kereskedelmi fordulóra jelzett kvótacsökkentés azonban azt eredményezheti, hogy azoknak a vállalatoknak, amelyek 2005-höz képest jelentősen növelik termelésüket (kibocsátásukat), meg kell majd vásárolniuk az ehhez szükséges CO₂ mennyiségeket. Figyelembe véve, hogy a jelzett EU intézkedés növelni fogja a CO₂ kereskedelmi árát, ez az intézkedés jelentősen növelheti a költségeket.
- Az MVAE egyetért a közép-európai EU-tagok által 2007 májusában megfogalmazott véleménnyel, amelyben aggodalmukat és kétségeiket fejezték ki az Európai Bizottság 2007 januárjában kibocsátott energiapolitikai koncepciójával kapcsolatban. A fajlagos energiafelhasználás és a CO₂-kibocsátás tervezett drasztikus, egyoldalú csökkentése súlyos problémákhoz vezethet az acélipar versenyképességét illetően.

Felhasznált irodalom

- A dolgozat 2. pontjához a következő szervezetek interneten elérhető dokumentumait használtuk fel: Fondazione Eni Enrico Mattei, European Environmental Agency, Fraunhofer Institute, IEA, Európai Bizottság, MGYOSZ
- A Magyar Köztársaság 2008–2012 időszakra szóló Nemzeti Kiosztási Terve
- MVAE tagvállalatok összesített adatai

Az OMBKE Vaskohászati Szakosztályának Budapesti Helyi Szervezete a tagtársak és hozzátartozóik részére idén is szakmai kirándulást szervez

Időpont: 2007. október 5., péntek

A VÁRHATÓ PROGRAM A KÖVETKEZŐ:

7.00	Indulás a MTESZ székháza (Fő utca 68.) előtti parkolóból autóbusszal
8.30-10.00	A Magyarmet Finomöntőde Bt. üzemének meglátogatása Bicskén
10.40-11.20	A vértesszőlősi előembertelep megtekintése, majd utazás Rév-Komáromba
12.15-12.45	Rövid látogatás a precíziós csőgyárban (Precision Tubes s.r.o Komárno)
13.00-14.15	Ebéd Rév-Komáromban, Szlovákiában
14.15-15.30	Séta Rév-Komárom belvárosában
16.00-18.00	A komáromi Monostori erőd megtekintése idegenvezetéssel
18.00-19.00	Megpihenés egy pohár bor mellett
kb. 20.30-21.00	Megérkezés a Fő utcai parkolóba

Fontos: kérjük, hogy a határátlépéshez mindenki hozzon magával érvényes útlevelet vagy személyi igazolványt! A Monostori erőd látogatásához az évszaknak megfelelő túraöltözet, esőköpeny, esernyő javasolt, aki tud, zseblámpát is hozzon magával.

A szakmai kirándulásra jelentkezni az egyesület telefonszámán lehet: 201-7337

Kérjük, hogy részvételi szándékotokat mielőbb jelezzétek, mert a helyfoglalás a jelentkezés sorrendjében történik.

Részvételi díj: 1800 Ft/fő, mely magában foglalja az utazás, az ebéd és a belépőjegyek költségeit.

Idősebb és fiatalabb tagtársainkat is szeretettel várjuk! Jó Szerencsét!

Budapest, 2007. szeptember 6.

*Dr. Csirikusz József,
a helyi szervezet elnöke*

*Dr. Réger Mihály,
a helyi szervezet titkára*

MEGHÍVÓ

Az OMBKE Vaskohászati Szakosztály Budapesti Helyi Szervezete a hagyományoknak megfelelően

Luca-napi Szakestélyt

szervez, melyre a tagtársakat ezúton tisztelettel meghívjuk. A szakestély során ismét lehetőség nyílik éneklésre, eszegetésre és poharazgatásra, valamint tanulságos történetek elmesélésére, anekdotázgatásra is. Mindenkit arra bátorítunk, hogy amennyiben ilyen humoros történetet ismer, azt ezen az estén ossza meg velünk és mesélje el.

A szakestély időpontja: 2007. december 13. csütörtök du. 17.00 óra.

Helyszín: MTESZ székház, Budapest, Fő utca 68.

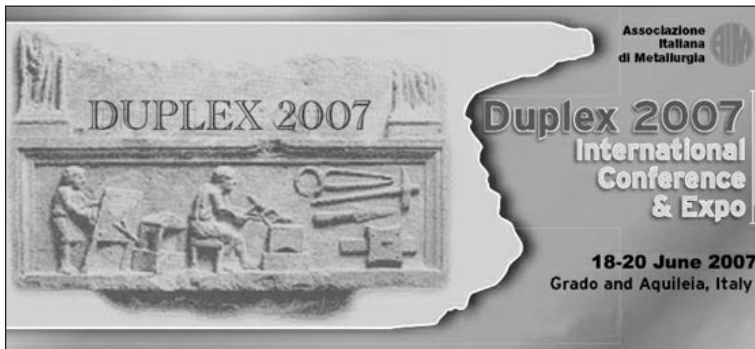
Részvételi díj: 1200 Ft

A szakestély résztvevői a helyszínen kupát is vásárolhatnak, melynek várható ára 1200 Ft lesz.

*Dr. Réger Mihály
a helyi szervezet titkára*

*Dr. Csirikusz József
a helyi szervezet elnöke*

Hírek szakmai konferenciákról



■ A Duplex 2007 konferencia logója



■ Tóth Julianna és Peter Stenvall a konferencián



■ Szakmai konzultáció a konferencia szünetében



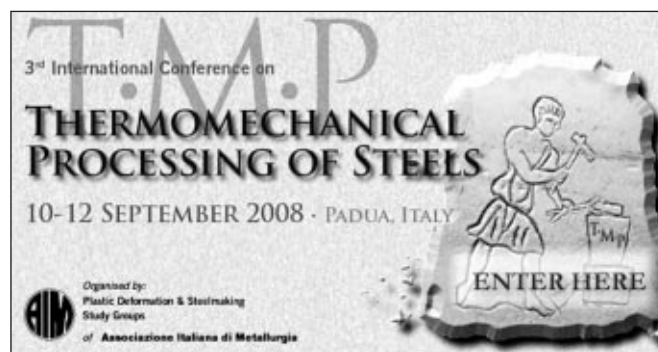
■ Sándor Tamás előadás közben a Duplex 2007 konferencián



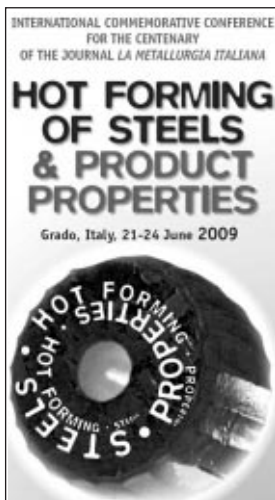
■ Jelen és jövő találkozása a Sandvik standján



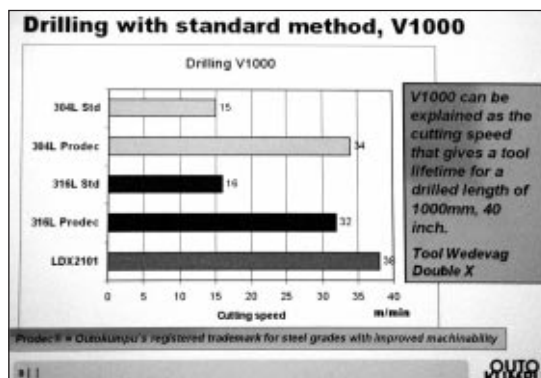
■ www.aimnet.it/eccc2008.htm



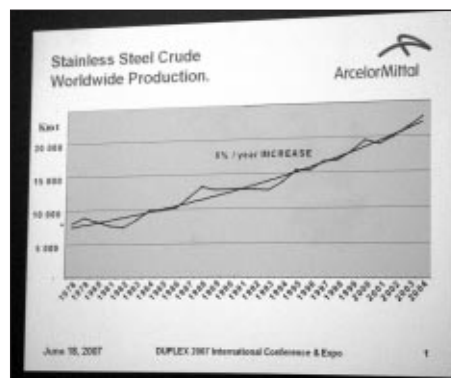
■ www.aimnet.it/tmp2008.htm



■ www.aimnet.it/hfs2009.htm



■ Az Outokumpu és az Arcelor előadójának egy-egy érdekes diája a Duplex 2007 konferencián



DÚL JENŐ – GYURÁN LÁSZLÓ – SZOMBATFALVY ANNA

Járműipari öntészeti alumíniumolvadékok tulajdonságainak optimalizálása

A Miskolci Egyetem Kooperációs Kutatóközpontja és a Le Belier Magyarország Formaöntöde Zrt. közös kutatómunkájának keretében az öntészeti Al-ötvözetek olvasztásánál mért oldott hidrogéntartalom és az ötvövények gázporozitása közötti összefüggéseket vizsgálták. A hidrogéntartalmat az „ALSPEK H” nevű hidrogén-szenzorral és a sűrűségindex mérésével határozták meg, majd összefüggéseket kerestek a két módszer eredményei között. Meghatározták egy adott járműipari kokillaöntvény optimális nemesítéséhez minimálisan szükséges, de káros mértékű gázporozitást még nem okozó stronciumtartalom mennyiségét az ötvözetben.

Bevezetés

A járműipari alkatrészek előállítása az öntödéken csúcstechnológiai szintű gyártásnak megfelelően folyik. A felhasználói követelmények szerint a járműipari biztonsági ötvövényeknek belső folytonossági hibáktól, gázporozitástól, fogyási üregtől és lunkertől menteseknek kell lenniük. A gravitációsan kokillába, vagy kis nyomással szerszámba öntött daraboknál a fő hibajelenség az olvadékban oldott hidrogén kiválása miatt kialakuló gázporozitás, melynek megelőzése az olvadék gázta-lanító kezelésével lehetséges.

A nemkívánatos gázporozitás megszi-lárdulás közben alakul ki a hidrogén oldhatóságának hirtelen csökkenése miatt. Színalumínium esetében az oldhatóság $0,69 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$ -ról $0,036 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$ -ra csökken [1].

Az olvadékban úszó alumínium-oxid-szemcsék a rossz nedvesíthetőségük miatt a hidrogénbuborékok lehetséges keletke-zési helyeit képezik. A kutatások [2-6] azt mutatják, hogy az oxidzárványok mellett számtalan üreg és rés található, amelyek sokféle alakzatot képeznek. Ezek olyan helyekként működnek, amelyek nagyon kedvező körülményeket kínálnak a gázbu-

borékok képződéséhez és növekedéséhez. A gázhólyagok környezetében ezért gyak-ran találhatók oxidzárványok.

A hidrogénporozításra a következő be-folyásoló tényezők hatnak:

- az olvadék hidrogéntartalma;
- az ötvözet összetétele, dermedési mor-fológiája;
- az olvadékkezelés (pl. szemcsefinomí-tás, nemesítés);
- az olvadék oxidtartalma.

Az olvadék növekvő hidrogéntartalma növeli az ötvövényekben a gázbuborékok számát. A színalumíniumhoz viszonyítva hipoeutektikus alumínium-szilícium ötvö-zetekenél 7% szilíciumtartalomig nő a po-rozítási hajlam, majd ezután csökken az eutektikus összetételig. Ez az egyes ötvö-zetek dermedési morfológiájával függ össze [7-8].

Az olvadékban az oxidtartalom növeke-dése a porozitás növekedését eredménye-zi. Az olvadék csökkenő tisztasági foka azonos hidrogéntartalom mellett növeli a pórusok számát, míg azonos tisztasági fok és növekvő hidrogéntartalom esetén szin-tén nő a porozitás [9-10].

A nemesítés és a gázporozitás kapcsolata

A mechanikai tulajdonságok javítása cél-jából a közel eutektikus összetételű alu-mínium-szilícium ötvözeteket nemesítik, vagyis az eutektikumot finomabb, legöm-bölyített szemcsékből álló szövetté alakít-ják [11]. Ezzel akadályozzák meg, hogy az ötvözetek eutektikus kristályosodása so-rán nagy, lemezes szilíciumkristályok ke-ltezzenek, amelyek rontják az ötvé-nyek alakíthatóságát [12]. A nemesítet-len, lemezes eutektikum szövetében a szilíciumkristályok bemetsző hatásúak, ezál-tal belső feszültséggócokként hatnak, amelyek a szakítási jellemzőket, de főleg a

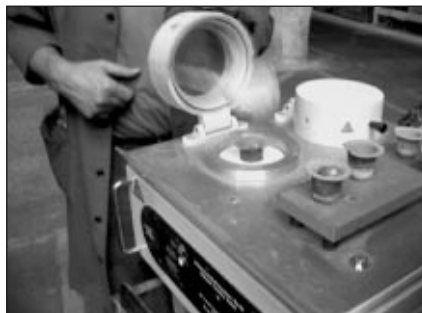
Dr. Dúl Jenő 1971-ben diplomázott a miskolci NME Kohómérnöki Karán. 1987-ben megsze-rezte a műszaki tudományok kandidátusa fokozatot, 1989-től egyetemi docens, 2006-tól a Metallurgiai és Öntészeti Tanszék vezetője. Fő kutatási területei: az öntöttvas metallur-giai tulajdonságainak vizsgálata, a könnyűfémek öntészeti technológiái. 1990-től a Német Öntők Egyesületének (VDG) tagja, 2006-tól az MTA MAB Kohászati Szakbizottságának tit-kára. 1970 óta tagja egyesületünknek, 2000-től az Egyetemi Osztály elnöke.

Gyurán László alumíniumipari technikus, a Le Belier Magyarország Formaöntöde Zrt. főmetallurgusa. Szakmai feladata a kokillába öntött járműipari ötvövények olvasztásá-nak és olvadékkezelésének irányítása, közreműködés a metallurgiai fejlesztési progra-mokban. Az üstfalazat élettartam-növelésében végzett munkájáért 2004-ben a Foseco A.G. elismerő oklevéllel tüntette ki.

Szombatfalvy Anna idén végzett okl. kohómérnök. IV. és V. éves korában elnyerte a Ta-nulmányi Emlékérem ezüst fokozatát, a 2006/2007-es tanévben a Köztársasági Ösztön-díjat. TDK-dolgozatát 2007-ben az országos TDK-konferencián díjazták, 2007. szeptem-bertől ösztöndíjas doktorandusz a Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Tanszé-kén. Kutatási témája a járműipari öntészeti Al-olvadékok tulajdonságainak vizsgálata. Kiváló egyesületi munkáját 2006-ban az OMBKE Elismerő Oklevéllel ismerte el.



■ 1. ábra. A hidrogénszenzor mérés közbeni elrendezése



■ 2. ábra. A sűrűségindex vizsgálathoz a 80 mbar nyomáson kristályosodást biztosító készülék



■ 3. ábra. Hidrogéntartalom mérése rotoros gáztalanítás és olvadákezelés közben

fajlagos nyúlást károsan befolyásolják. A nemesítetlen anyagok nyúlási értékei nem nagyobbak néhány százaléknál, a szakadási felület pedig erősen repedezett. A nemesített sziluminok nyúlása ellenben 6-10%.

A nemesítés nélküli olvadékokban nagyobb méretű, durva kristályok képződnek, amelyekben az eutektikum szilíciumfázisa gyorsabban növekszik, és azt az alumíniumfázis csak lassabban követi. Nemesítő anyagként mindenekelőtt a nátriumnak és a stronciumnak van műszaki jelentősége. A nemesített olvadékokban a jellemzően apró eutektikus szemcsék lassan, zárt növekedési fronttal képződnek.

A nemesítéssel együtt jár a porozitás növekedése, melyet a szakirodalom több okkal magyaráz. A nemesítetlen olvadékokban a pórusok nagyrészt az eutektikus szemcsék képződésének kezdete után alakulnak ki. Ezek a dendritközi terekben vagy az eutektikus szemcsék között képződnek, alakjuk szaggatott körvonalú, és rendszerint csoportosulva fordulnak elő. A stronciummal vagy nátriummal nemesített olvadékokban a buborékok, a későbbi pórusok már az eutektikus hőmérséklet elérése előtt keletkeznek. Ezért ezeket a buborékokat az eutektikum körbenövi úgy, hogy a gömbszerű alakjukat is megtartják. Ezeken kívül képződnek szakadozott, egyedi pórusok is a dendritközi terekben.

A stronciumos nemesítésnél a porozitás növekedését tapasztalták az AlSi7Mg ötvözetnél [7-8]. Ennek okát az eutektikus hőmérséklet csökkenésére vezették vissza, ugyanis a buborékképződéshez több idő állt rendelkezésre. A nagyobb dermedési hőmérsékletköz által akadályozott lehetett a dendritközi táplálás. Más szerzők a stronciummal nemesített olvadékok nagyobb mikroporozitási hajlamát azokkal a nehézségekkel magyarázzák, melyeket ezen olvadékok gáztalanításánál a hidrogén eltávolítására vonatkozóan tapasztaltak [13].

Kutatási célkitűzés

Kutatómunkánk célja a Le Belier öntődében gyártott, 7% Si-ot és 0,3% Mg-ot tartalmazó, nátriummal, antimonnal és stronciummal nemesített alumíniumötvözet olvasztási tulajdonságainak az optimalizálása volt. Ezt az olvadékok oldott hidrogéntartalmának „ALSPEK H” nevű hidrogénszenzorral való mérésével és a sűrűségindex mérésével határoztuk meg, majd összefüggéseket kerestünk a két módszer eredményei között. A mérések során igyekeztünk megismerni a berendezések előnyeit és hátrányait, és bemutatni gyakorlati alkalmazásuk indokoltságát, ezáltal a gyártási biztonság növelését, a selejt csökkentését. A kutatási együttműködés további célja a járműipari kokillaöntvény szilárdsági tulajdonságainak javítása, a nemesítéshez szükséges, de a gázporozitás kialakulását még nem eredményező stronciumtartalom meghatározása volt.

Kísérleti körülmények

A méréseket üzemi körülmények között végeztük a Le Belier gravitációs öntéssel működő kokillaöntődéjében. Itt az alapanyagot kétaknás, gázfűtésű STRIKO-kemencében olvasztják meg, majd targoncára szerelt üstökbe csapolva, a kokillák melletti hön tartó kemencékbe öntik át.

Az „ALSPEK H” nevű hidrogénszenzorral történő mérés előnyei az alábbiakban foglalhatók össze:

- lehetővé teszi az oldott hidrogéntartalom gyors és pontos meghatározását;
- könnyen alkalmazható és ellenálló a környezeti behatásokkal szemben;
- alkalmas egyszeri, illetve tartós mérésre;
- a mérési adatokat rögzíti, tárolja és dokumentálja;
- a gáztalanítási folyamat szabályozása és optimalizálása betáplálható.

Az 1. ábrán látható berendezés elektrokémiai elveken működik. Működésének alapja az, hogy a hidrogén parciális nyomása a gáztérben közvetlenül meghatározható, ha a referenciarendszer parciális nyomása, a hőmérséklet és az elektrokémiai potenciál ismert. A Sievert-törvény írja le az összefüggést a mérendő parciális nyomás és az olvadékokban oldott hidrogénkoncentráció között.

A két egyenlet kombinációja lehetővé teszi az olvadék hidrogéntartalmának közvetlen meghatározását.

A sűrűségindex meghatározásához a folyékony alumíniumötvözetből két próbát kell venni. Az egyik próba normál, atmoszférikus nyomáson, míg a másik 80 mbar vákuumban szilárdul meg. A vákuumban történő megszilárdulást biztosító készülék a 2. ábrán látható. Ezután egy speciális mérlegen megmérjük mindkét próba tömegét szabad levegőn és ismert sűrűségű folyadékba merítve.

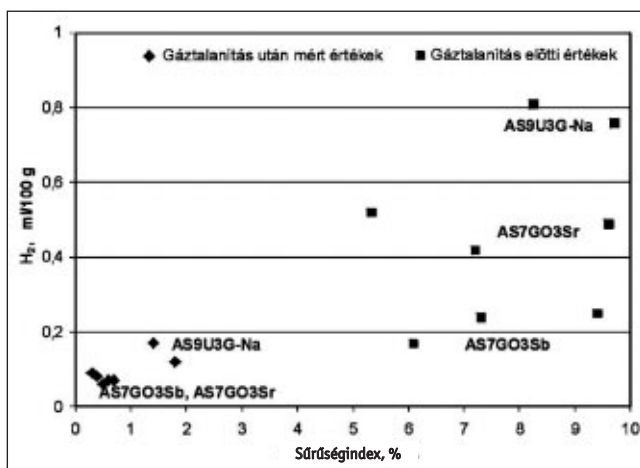
A sűrűségindex értéket az atmoszférikus nyomáson és a vákuumban mért sűrűségek különbségének az atmoszférikus nyomáson mért sűrűséghez viszonyított aránya adja százalékban kifejezve.

$$DI = \frac{(\rho_{\text{atm}} - \rho_{\text{vacuum}})}{\rho_{\text{atm}}}$$

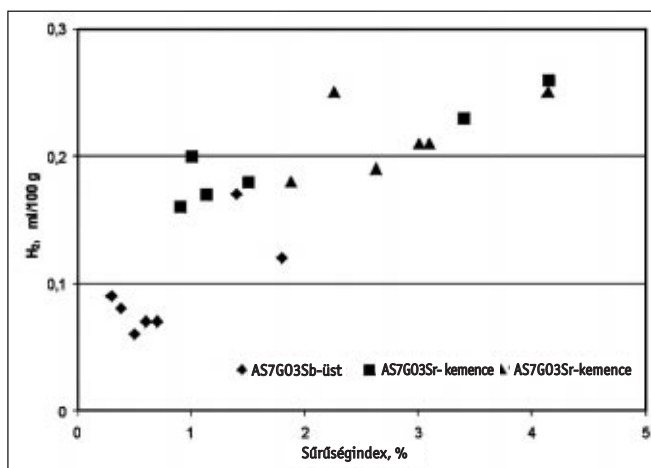
A gáztalanítás MTS 1500 rotoros gáztalanítóval a szállítóüstben történik (3. ábra). A furattal rendelkező rotorszáron keresztül befűjt nitrogénnel történő átöblítés egyben lehetővé teszi az olvadék tisztítására szolgáló sóadalék bevitelét is.

Az elvégzett vizsgálatok

A vizsgálatok első szakasza az olvasztóműben előállított folyékony fém gáztartalmának meghatározására és a gáztalanító kezelés hatékonyságának kimutatására irányult. A kísérletek során a



■ 4. ábra. Az oldott hidrogén és a sűrűségindex változása a gáztalanítás hatására az olvasztóműben



■ 5. ábra. A hidrogéntartalom és a sűrűségindex értékei gáztalanítás után az üstben, ill. a hön tartó kemencében mérve

AlSi7Mg0,3 ötvözet antimonnal nemesített (jel: AS7G03Sb) és stronciummal nemesített (jel: AS7G03Sr), valamint a nátriummal nemesített AlSi9Cu3 (jel: AS9U3G-Na) ötvözetek gáztartalmát vizsgáltuk gáztalanítás előtt és után.

A hidrogéntartalom vizsgálata során kapott eredményeket a 4. ábra mutatja.

A 4. ábra adatai szerint a gáztalanítás előtt mért eredmények nagy szórást mutatnak az olvasztási körülmények eltérése miatt. Gáztalanítás nélkül az AlSi9Cu3 ötvözetben a legnagyobb az oldott hidrogén mennyisége, és az eltérés a gáztalanítás utáni olvadákok esetén is megmarad.

Az AlSi7Mg0,3 ötvözet esetében a gáztalanítás utáni és a hön tartó kemencében mért eredményeket a 5. ábra tartalmazza.

Megállapítható, hogy a gáztalanított olvadákok esetén az oldott hidrogénmennyiség és a sűrűségindex értéke között szoros az összefüggés. Az üstben végzett haté-

kony gáztalanítás után a hön tartó kemencébe átöntött és ott tárolt olvadákokban nagyobb az oldott hidrogénmennyiség.

A kísérleti olvadákokból öntött féalkatrész öntvények mikroszkópos csiszolatán vizsgáltuk a gázhollyagok kialakulását. Gázporozítás a 2 fölötti sűrűségindex értékeknél jelent meg, 4 fölötti sűrűségindex esetén gázporozítás miatt selejt lett az öntvény.

A kemencében végzett méréseknél a hidrogénszenzorral kapott eredmények nagy szórása és kis tartományban (0,15–0,25 ml/100 g) változása miatt nem lehet megbízhatóan kijelölni a selejtet okozó hidrogénmennyiség határértékét. Ezért a sűrűségindex-mérés alkalmazása az üzemi elvárásoknak jobban megfelel.

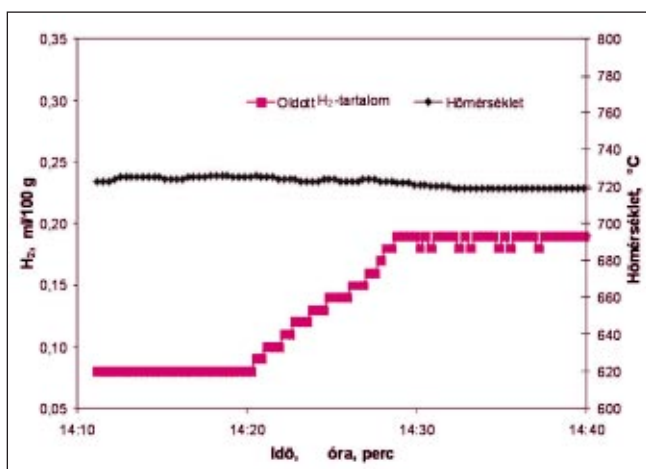
A gáztalanítás hatása látható a 6. ábrán a vákuumban megszilárdult, sűrűségindex mérésre szolgáló, antimonnal nemesített próbatest csiszolatán.



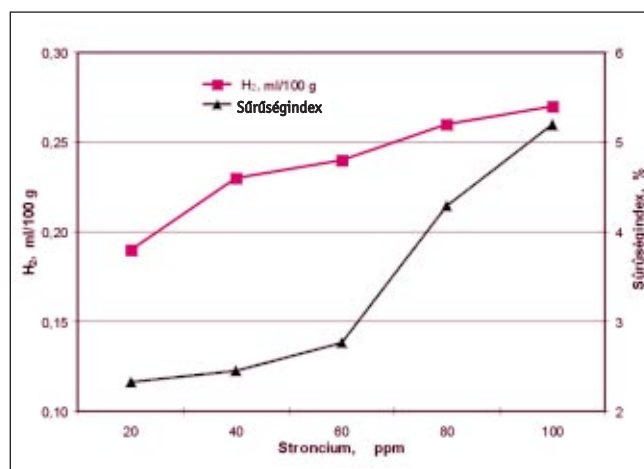
■ 6. ábra. A gáztalanítás hatása a vákuumban megszilárdult, sűrűségindex-mérésre szolgáló próbatest csiszolatán

A 7. ábrán a hön tartó kemencében mért hidrogéntartalom és az olvadákhőmérséklet változása látható a gáztalanítás nélküli olvadék utánöntésének hatására.

Az olvadék hidrogéntartalma a gáztalanítás nélküli olvadék utánöntésének hatására 0,08 ml/100 g értékről 0,19 ml/100 g értékre növekedett. A folyamatos mérés lehetővé teszi, hogy az olvadék hidrogén-



■ 7. ábra. A gáztalanítás nélküli olvadék utánöntésének hatása a H₂-tartalomra



■ 8. ábra. A H₂-tartalom és a sűrűségindex értékei az Sr-tartalom függvényében AlSi7Mg0,3 ötvözet esetén

1. táblázat. A vizsgált olvadékok mért hidrogéntartalma és sűrűségindexe

Sr-tartalom, ppm	H ₂ -tartalom, ml/100 gr	Olvadék-hőm., °C	Sűrűség-index, %	Szemcsefinomság KF	Nemesítési fok V (°C)
20	0,19	748	2,32	10,05	10,15
40	0,23	747	2,45	10,03	10,65
60	0,24	748	2,76	9,10	11,15
80	0,26	749	4,29	9,65	10,23
100	0,27	747	5,20	10,00	10,30

2. táblázat. A szilárdsági tulajdonságok a T6-os hőkezelés után

Sr-tartalom, [ppm]	HB	R _m [MPa]	R _{p0,2} [MPa]	A ₅ [%]
20	102	325	267	8,1
40	103	326	269	8,5
60	102	321	265	7,5
80	104	321	257	7,5
100	102	319	263	7,0
Előírt érték		240	180	1,0
Antimonnal kezelt ötvözet (üzemi mérés)		321	285	2,1

tartalmát folyamatosan figyelemmel kísérik, továbbá a gáztalanítás időtartamát az olvadék minőségéhez és a gáztalanítás folyamatához igazítjuk, a jó ötvény gyártásához tartozó hidrogéntartalom elérése után a további gáztalanítás költségét megspóroljuk. A vizsgálatok igazolták, hogy a gáztartalom folyamat közbeni változását az ALSPEK-H szonda megfelelően mutatja. Ha az oldott hidrogéntartalom a hőn tartás közben eléri a gázhólyagos selejtet előidéző határértéket (DI > 4), akkor lehetőség van a lánzsával történő nitrogénátöblítéses gáztalanításra.

A hidrogénszenzorral történő mérés előnyére írható, hogy folyamatosan követi a változásokat, alkalmazásával optima-

lizálható a selejtmentes ötvénygyártást biztosító technológiai folyamat metallurgiai fázisának egy része.

A stronciumtartalom optimális mennyiségének meghatározása

A nemesítéshez szükséges, de gázporozitást még nem okozó stroncium mennyiségét határoztuk meg az AS7G03 ötvözetből, kokillába öntött főfémhengerötvény kísérleti öntése és vizsgálata során.

A kísérletek során az olvadék stronciumtartalmát 20-100 ppm közötti tartományban változtattuk. Az 1. táblázatban a különböző stronciumtartalmú olvadékokban mért hidrogéntartalmat és a termikus elemzés eredményeit mutatjuk be. A ter-

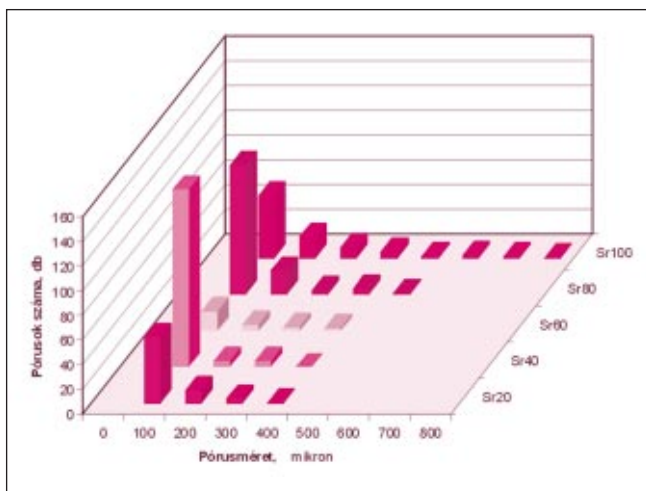
mikus elemzéssel az olvadék szemcsefinomításának (KF) és nemesítésének (V) mérőszáma határozható meg. Az ötvözet lehűlési görbéje alapján a szemcsefinomítás KF mérőszáma a primer kristályosodás, a nemesítés V mérőszáma az eutektikus kristályosodás hőmérséklet-viszonyai (lehűlés sebessége és a kialakuló túlhűlés) alapján számolható [15].

A 8. ábrán a hidrogéntartalom és a sűrűségindex változása látható különböző stronciumtartalom esetén. A vizsgálati eredmények igazolták, hogy a szakirodalomban is említetteknek megfelelően, a nagyobb stronciumtartalomnál a hidrogéntartalom növekedésére lehet számítani. Korábbi vizsgálataink eredményei szerint a 4 fölötti sűrűségindex értéknél jelenik meg az ötvényben a gázos selejtet okozó porozitás. A fentiek alapján a gázporozitás kialakulásának elkerüléséhez a 60-80 ppm közötti stronciumtartalom a megfelelő.

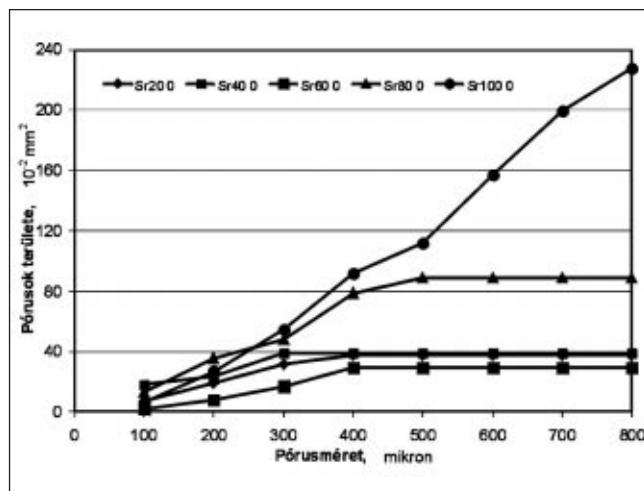
Az ötvénnyel szemben támasztott szilárdsági követelmények teljesítéséhez el kell érni legalább az R_m=240 MPa; R_p=180 MPa, A₅=1% értékeket. Mivel öntött állapotban nem teljesültek a szilárdsági elvárások, ezért az ötvényeket T6 hőkezelésnek vetettük alá, ami 540 °C-on 8 órás hőn tartást, vízben való lehűtést, majd ezt követő 6 órás, 170 °C-on történő megereztést jelent.

A 2. táblázatban a hőkezelt próbák szilárdsági tulajdonságait mutatjuk be.

A stronciummal és az antimonnal végzett nemesítések eredményeit összehasonlítva azt állapíthatjuk meg, hogy a nyúlás a stronciumos nemesítésnél sokkal nagyobb, ami az ötvény felhasználása során kedvező.



9. ábra. A pórusok eloszlása a különböző Sr-tartalmú ötvényekből vett csiszolaton



10. ábra. A pórusok által kitöltött terület a különböző Sr-tartalmú ötvényekből vett csiszolaton

A táblázat adatait vizsgálva megállapíthatjuk, hogy 60-80 ppm Sr-tartalomnál kedvezőek és az előírtakat lényegesen meghaladóak az öntvény szilárdsági tulajdonságai.

Elektrolitos polírozás után vizsgáltuk a különböző stronciumtartalmú öntvények szövetszerkezetét, és a Fémtani és Képlékenyalakítástani Tanszék által kidolgozott képelemző programmal meghatároztuk a porozitás számszerű adatait. A képelemzési vizsgálat során a program kigyűjti a hibahelyeket tartalmazó képelemzőket, meghatározza az üregek méretét, darabszámát és összesítést végez, vizsgálja továbbá a dendritágak távolságát is. A 9. ábrán a pórusok száma, a 10. ábrán a pórusok összterülete látható. Megállapítható, hogy a legkisebb pórusszám és terület 60 ppm stronciumnál található.

Összefoglalás

Az öntvényeken elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy 60 ppm stronciumtartalomig nem tapasztalhatók hibák az öntvényekben, a sűrűségindex és a mechanikai tulajdonságok is megfelelő értéket mutatnak. Ez azt jelenti, hogy a vevői elvárásoknak megfelelő öntvények 60 ppm stronciummal végzett nemesítéssel gyárthatók. Ennél kisebb stronciumtartalom alulnemesítéshez vezethet, a nagyobb stronciumtartalom pedig erősen növeli a gázfelvételre való hajlamot.

A kísérletek eredményeként a Le Belier kokillaöntödéjében sikeresen áttértek az antimonosról a stronciumos szemcsefinomításra. A meghatározott 60 ppm beada-

golt stronciummal megfelelően zajlik az öntvénygyártás.

A bemutatott vizsgálatokat a Le Belier Magyarország Formaöntöde ZRt. és a Miskolci Egyetem kooperációs kutatási együttműködésének keretében végeztük. Ezúton mondunk köszönetet az öntöde vezetőinek a vizsgálatok elvégzéséhez nyújtott segítségükért.

Irodalom

- [1] Ransley, C. E.–Talbot, D. E. J.: Wasserstoff–Porosität in Metallen unter besonderer Berücksichtigung des Aluminiums und seiner Legierungen; Z. Metallkunde 46, 1955, p. 328–337.
- [2] Tiwari, S. N.–Beech, J.: Origin of Gas Bubbles in Aluminium; Metal Science, 1978, p. 356–362.
- [3] Wolf, S. M.–Lewitt, A. P.–Brown, J.: Whister–Metal Matrix Bonding; Chemical Engineering Progress, 1966, Nr.3, p. 74–78.
- [4] Thiele, W.: Die Oxidation von Aluminium und Aluminium–Legierungsschmelzen; Aluminium 38, 1962, p. 707–715, és p. 780–786.
- [5] Simensen, C. J.–Berg, G.: A Survey of Inclusions in Aluminium; Aluminium 56, 1980, p. 335–340.
- [6] Eckert, C. E.: Inclusions in Aluminium Foundry Alloys; Modern Casting, Nr.4 1991, p. 28–30.
- [7] Chen, X.–G. Engler, S.: Einfluß des Wasserstoffgehaltes auf die Porosität von Aluminium–Silizium – und Alu-

minium–Magnesium–Legierungen; Giesserei 78, 1991, p. 679–684.

- [8] Chen, X.–G. Engler, S.: Wasserstoff und Porosität in Aluminium–Silicium– und Aluminium–Magnesium–Legierungen; Metall 45, 1991, p. 995–1000. és p. 1125–1231.
- [9] Chen, X.–G.–Gruzleski, J. E.: Influence of melt cleanliness on pore formation in aluminium–silicon–alloys; Int. J. Cast. Metals Nr. 9, 1996, p. 17–26.
- [10] Runyoro, J.–Boutorabi, S. M. A.–Campbell, J.: Critical Gate Velocities for Film–Forming Casting Alloys: A Basis for Process Specification; AFS Transactions 102, 1992, p. 225–234.
- [11] Pacz Aladár: USA-szabadalom, Nr. 1.387.990. 1921. 08. 12.
- [12] Jónás Pál: Hipoeutektikus és eutektikus összetételű alumínium–szilícium ötvözetek nemesítése folyékony állapotban. Oktatási segédlet, Miskolci Egyetem. 2007.
- [13] Iwahori, H.–Yonekura, K. és társai: Mikroporosität und Speisungsverhalten von mit Natrium und Strontium veredelten Aluminium–Silicium–Legierungen; Gießerei–Praxis, Berlin, Nr.3, 1992, p. 29–36.
- [14] Kättlitz, W.: On-line Messung des Wasserstoffgehaltes in Aluminiumschmelzen; Giesserei–Praxis 11/2006, p. 339–341.
- [15] Menk, W.–Speidel, M.O.–Döpp, R.: J1. Die Thermische Analyse in der Praxis der Aluminiumgiesserei; Giesserei 79 4/1992, p. 125–134.

BESZÁMOLÓ KONFERENCIÁRÓL

Hazai öntödéink a düsseldorfi öntészeti kiállításon

A 2007. június 12–16. között tartott, 11. Nemzetközi Öntészeti Vásár (GIFA) alatt még másik három szakmai kiállítást és vásárt (NEWCAST, TERMPROCESS és METEC), valamint az Öntészeti Világszövetség (WFO) Technikai Fórumát is megrendezték.

E cikkben most csak arról szeretnék a Magyar Öntészeti Szövetség képviselőiben tudósítást adni, hogy melyek voltak azok a hazai öntödék, amelyek részt vettek a GIFA–NEWCAST kiállításon és vásáron, milyen szakmai rendezvényeken vettek a magyar képviselők részt, mi volt az

általános észrevétel, benyomás e rendezvényekkel kapcsolatosan.

A kiállításra a lehető legjobb időben került sor, hiszen Európában az elmúlt 10 év legjobb két éve volt 2005 és 2006, általánosan mondható, hogy az egyes országok öntészetük legjobb konjunkturális időszakát élik. Ez az időszak nem ér véget 2007-ben sem, sőt az előrejelzések 2010-ig változatlanul jó körülmények fennmaradását jósolják.

A GIFA–NEWCAST kiállításon és vásáron való megjelenést a magyar cégeknek az



■ A szegedi vasöntöde önálló területe

ITDH (a Magyar Befektetési és Kereskedelemfejlesztési Szervezet angol megnevezésének rövidítése), I. o. kategóriájú kiállításként szervezte meg, illetve nyújtott hozzá támogatást. A kiállítás kivitelezésére kiírt pályázatot a Studio Nova Kft. nyerte meg, amely feladatait és munkáját kiválóan elvégezte.

A négyévente rendezett szakmai kiállítás és vásár iránt a korábbi években megszokottakhoz képest az előzetes érdeklődés a szokásostól jóval nagyobb volt. 80 országból 1700 kiállító (8%-kal több, mint 2003-ban) regisztráltatta magát. Mintegy 77.000 fizető látogató jelent meg az ötnapos rendezvénysorozaton. Külön ki kell emelni, hogy jelentősen nőtt a nem német látogatók száma, soha eddig nem tapasztalt módon csaknem elérte az 50%-ot. A vásár rendezői elhatározták, hogy a nagyfokú érdeklődés miatt az eddig csak néhány alkalommal rendezett NEWCAST kiállítást nem négyévente, hanem kétfévente fogják megrendezni, elsőként 2009 júniusában.

A NEWCAST kiállításon (a 9. számú kiállítói csarnokban) a magyar részben – az ITDH-n kívül – a Csaba Metál Kft., a Szege-di Öntöde Kft., az Ecseri Kft. és a Magyar Öntészeti Szövetség nyitott standot, összesen mintegy 40 m²-en. A MÖSZ-standon – a szövetség valamennyi tagjának egységes képviselete mellett – a stand költségeihez egyénileg is hozzájáruló cégek, mint a Csepeli Precíziós Öntöde Kft., a P-METAL Kft. és a CASTER Kft. termékbemutatóval, míg a Nemes Kft., a FÉMALK Zrt., a Csepel Metall Kft., a Csefém Kft., a PREC-CAST Kft. cég- és termékismertetőikkel képviseltette magát. A 11. számú GIFA kiállítói csarnokban is volt magyar „részleg”, itt az Öntőgépjavitó Kft., a Vághi és Társai Öntöde Kft. és a Falcon Vision Kft. állítottak ki. A két kiállítói csarnokban végül is 14 magyar cég képviselte a hazai öntészetet, melyek közül kettő nem volt tagja a Szövetségnek, de a vásár alatt mindkettő a tagok sorába lépett.

Június 13-án délután, a vásár Sajtóköz-pontjában egyórás sajtókonferenciát tartottunk, ahol a németországi Magyar Főkonzulátus kereskedelmi vezetője és titkára volt a házigazda, míg szakmai tájékoztatót jelen cikk szerzője, a Magyar Öntészeti Szövetség ügyvezetője tartott „Lehetőségek Magyarországon” címmel. Itt az érdeklődő külföldi újságíróknak részletesen bemutatottuk a magyar öntészetet, kiemelten az elmúlt 15 év látványos eredményeit, a rendszerváltozás utáni fejlődést.

A sajtótájékoztatót követő üzletember-találkozón dr. Bakó Károly, a Magyar Öntészeti Szövetség elnöke (ebben az évben ő az Európai Öntészeti Szövetség – CAEF – elnöke is) mondott köszöntőt, illetve e cikk szerzője ismételte meg a sajtókonferencián megtartott előadását. Az üzletember-találkozón 36 külföldi érdeklődő cég képviselője jelent meg és folytatott megbeszélést a jelen lévő 24 magyar öntöde és háttérpári cég képviselőivel.

A csaknem egyhetes kiállítás és vásár kiváló alkalmat jelentett arra is, hogy az Európai Öntészeti Szövetség (CAEF), annak több munkabizottsága, a WFO (Öntészeti Világszövetség) és annak egyes bizottságai, az Öntödei Berendezések Gyártóinak Európai Szövetsége (CEMAFON) összejöveleket, közös üléseket tartsanak, és rendezvényeikkel emeljék a GIFA-NEWCAST kiállítás és vásár színvonalát.

A rendezvény során minden nap (ez alól talán csak a szombati, záró nap volt kivétel) erős szakmai érdeklődésnek voltunk tanúi. A Magyar Öntészeti Szövetség képviselőjeként a négy, szakmainak mondható nap során több mint 300 db névjegykártyát adtam át a komolynak ítélt érdeklődőknek, mintegy 70 cégről készítettem feljegyzést, amelyeknek megfogalmazott igényeit, érdeklődését, konkrét árajánlatkérését továbbítottam szövetségünk tagvállalataihoz.

Az érdeklődés általánosan is erős volt, szinte az öntészet valamennyi szakágában. Kiemelkedőnek mondható azon nyugat-európai cégek érdeklődése a magyar öntészet iránt, amelyek az elmúlt években jelentős megrendeléseiket vitték el Kínába. Tapasztalatuk, hogy az olcsó öntvényár (az öntvények kifogásolható minősége, a szerződésekbe foglalt határidők elfogadhatatlan csúszása, az árakra rakódó reklamációrendezések, a tervezettnél jóval több utazási, ügyvédi, kártérítési, kommunikációs kényszerű költségek) valójában



■ A magyar kiállítók közös standja

nem jelent már költségcsökkenést, gyakran semmilyen előnnyel sem jár egy közismerten „olcsóbb” (alacsony munkabérű) európai ország gyártójának áraival szemben. Ennek, és az alapvetően jónak ítélt szakmai felkészültségnek, a fegyelmezett és az igényes munkavégzésnek, no meg pl. a német és francia átlag üzemi munkabérek 1/3–1/4 részével egyenlő magyar üzemi béreknek köszönhetően sokan keresnek kapcsolatot a magyar öntödékhöz.

Alapvetően az európai gépipari fellendüléssel hozható kapcsolatba, hogy kifejezetten erős volt az érdeklődés a kis és közepes gyártási darabszámú szériákat, 2000–20000 kg egyedi tömegű öntvények gyártását vállaló cégek, valamint az autópári beszállítóként szóba jöhető vas- és acélöntvénygyártók (kis tömeg, nagy darabszám, gépi formázás) iránt is. A díszöntvények nagy európai forgalmazói közül már többen visszafordították érdeklődésüket Kína után Európa felé, tervezik a nyár folyamán a magyar öntödéek meglátogatását, ajánlataik megtételéhez a személyes tapasztalataik bővítését. A korábbi évekhez képest a vásáron az érdeklődés mérsékeltebb volt a nyomásos és a kokillaöntvények felhasználói köréből. Ennek oka lehet, hogy ezen termékek hazai gyártói jelenleg is – közismerten – szűk kapacitással rendelkeznek, illetve az európai autógyártás növekedési üteme kicsit megtorpanni látszik.

A düsseldorfi szakmai fórumon az öntészet legújabb fejlesztési eredményeit bemutató cégek hatalmas fejlődést mutatnak a gyors prototípus készítése (gyors minta- és öntvénykészítés), az öntészeti folyamatok gyors és egyre pontosabb szí-

mulációja, az automatizálás általános és intenzív terjedése, a felületek korszerű technikákkal, új anyagokkal való bevonása-kezelése terén, valamint a környezetvédelem, a munkás egészségének védelme, a működő berendezések állagának, üzembiztonságának megóvása és a lehető legszélesebb körű üzemállapot-adatellenőrzés, az értékelés és irányítás feltételeinek megteremtése területén.

Az idén első alkalommal átadták a NEWCAST 2007 rendezvényen „Az év legjobb öntvényei” versenyének díját is három kategóriában. A leginkább újdonságtartalommal és valamilyen, kiemelkedően ötletes, új megoldással készített és pályáztatót öntvényeket díjazta a nemzetközi zsü-

ri. A „Legjobb funkciót és integrációt megvalósító öntvény” díját a Georg Fischer GmbH, Friedrichshafen, Németország „Hőhasznosítóként is működő kipufogógáz-hűtő”, homokformázással készült öntvénye kapta. Az „Egy más eljárást legjobban helyettesítő gyártási eljárás” kategóriában a díjat a Claas Guss GmbH, Gütersloh, Németország öntöttvas motorrögzőtö kegyele nyerte. A „Legjobb öntészeti megoldás kidolgozása adott öntéstechnológia esetében” tárgykörben egy kormányoslop-vezető persely kapott díjat, melyet az Adolf Föhl GmbH + Co KG, Rudersberg, Németország készített el nyomásos cinköntvényből. A Konstruieren und Giessen szakfolyóirat és a Német Öntők Szövetségének

(VDG) vezetője, Dr. Gotthard Wolf minden várakozást meghaladónak értékelte a beérkezett pályamunkák számát, újdonságtartalmát, és megnyugtatónak ítélte, hogy az öntőipar láthatóan dinamikus fejlődik és az iparban egyre jelentősebbé válik.

A megjelent magyar kiállítók általános véleménye, hogy jó vásár volt, sokat lehetett tanulni, és minden remény megvan a hazai öntészetben arra, hogy a jelenleg is jónak mondható rendelésállományát növelje, stabilizálja, ezáltal gazdaságos működésével alapot teremtsen a szükséges fejlesztési kényszerek megvalósítására, a versenyképesség növelésére.

Dr. Hatala Pál,
a MÖSZ ügyvezető igazgatója

R. IZAWA, K. TOGAWA ÉS TÁRSAI

Vízmentes szerszámkenő anyagok új nemzedékének kidolgozása, és felhordásuk kis mennyiségek szórásával*

A szerzők kidolgozták a WFR-3R jelű, újgenerációs, nyomásos öntészetben használatos szerszámkenő anyagot és alkalmazásának módszerét, hasznosítva a régi, olajalapú szerszámkenő anyag technológiáját. Kitűnő a teljesítménye a kenőanyagfilm létrehozásában, elegendő kis mennyiségben felhordani. Használatával lehetővé tették a minőség, a környezet és a termelés javítását.

1. Bevezetés

A nyomásos öntészetben fontos, hogy a szerszám kenésére használt anyag leválasztó képessége jó legyen, és kiküszöbölje a hegedési problémákat. 30 évvel ezelőtt az olajalapú kenőanyagokról átálltak a vizes alapúakra, hogy megelőzzék és uralják az olaj alkalmazásával járó tűzveszélyt és környezeti kockázatot.

Jelenleg széles körben használnak vizes alapú szerszámkenő anyagokat, amelyeknek olaj alkotóját felületaktív anyag-gal vízben emulgeálják.

A vízben oldódó kenőanyag jó biztonsági és környezeti tulajdonságai ellenére számos olyan problémát okoz, mint:

- vizes hulladékmaradvány a jelentős

mennyiségű szóróanyag alkalmazása következtében;

- a fém folyékonyságának csökkenése a kis szerszámhőmérséklet következtében;
- rövid szerszámélettartam a gyors hőmérséklet-változások következtében;
- a felhegedési problémák növekedése, a kis adhéziós hatékonyság következtében.

A fentiekben kívül a vízben oldható szerszámkenő anyagot gyakran a szerszám hőmérsékletének a csökkentésére használják, főként magának a szerszámkenő anyagnak a tapadása érdekében. Ez azonban labilissá teszi a szerszám hőmérsékletét, a hatékony hőcserét nyújtó vízpárolgástól való függés következtében.

A fentiekből következően a szerzők kidolgozták a WFR-3R jelű, újgenerációs

szerszámkenő anyagot és alkalmazásának módszerét, hasznosítva a régi, olajalapú szerszámkenő anyag technológiáját, amelynek kitűnő a teljesítménye a kenőanyagfilm létrehozásában. Kis mennyiség felhordásával, a régi, olajalapú szerszámkenő anyagok rossz hatásának a megszüntetésével lehetővé tették a minőség, a környezet és a termelés javítását.

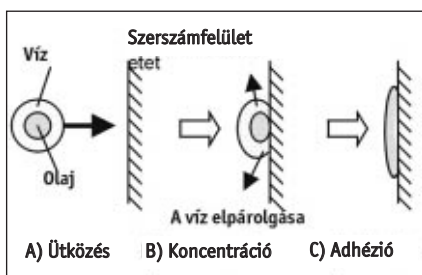
Ez a közlemény rövid áttekintést ad a kenőanyag és a szóróegység fejlesztéséről.

2. A vízben oldódó szerszámkenő anyag problémái

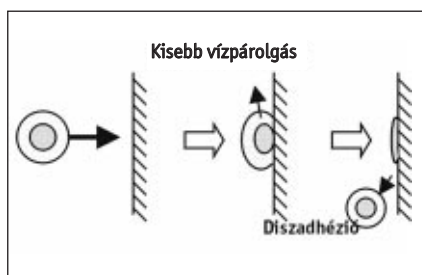
2.1. A megfelelő szerszámhőmérséklet szűk tartománya

Mint az 1. ábra mutatja, a vízben oldható szerszámkenő anyag emulziótípusú, amelynek a fő aktív alkotóit a víz foglalja magába. Feltételezik, hogy a kenőanyag adhézióját az ütközési energia adja, amikor az emulgeált részecskék a szerszám felületére csapódnak. Így, ha a szerszám hőmérséklete 1500 °C alatt van, ez megzavarja a víz gyors elpárolgását a szerszámkenő anyag felszórásakor, a szórt részecskék leperegnek anélkül, hogy egyáltalán kenőanyagot hagynának a felületen (2. ábra). Másrészt, ha a hőmérséklet

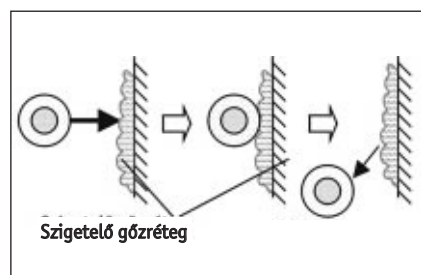
* A World Foundrymen Organization (Öntők Világszervezete) 2007. évi műszaki fórumán a „Legjobb előadás-díjat” elnyert dolgozat (Best Paper Award winner at the 2007 Technical Forum)



■ **1. ábra:** Vizes alapú szerszámkenő anyag adhéziós folyamata



■ **2. ábra:** A szerszám kis hőmérséklete csökkenti az adhéziót



■ **3. ábra:** A szerszám nagy hőmérséklete csökkenti az adhéziót (Leidenfrost-jelenség)

2500 °C felett van, az elgőzölgött víz jelentős hőtágulását okozva (Leidenfrost-jelenség, 3. ábra); szigetelő gőzréteg jön létre a szerszám felületén, ami meggátolja a kenőanyag részecskéinek megtapadásához szükséges jelentős ütközési energia felszabadulását.

Ez azt jelenti, hogy a kenőanyag felhordása alatt a szerszám hőmérsékletének 150 és 250 °C között kell lennie, a vízben oldható szerszámkenő anyag adhéziós hatékonyságának a stabilizálása érdekében. A megfelelő szerszámhőmérsékletet teljesen a kenőanyag adhézióját biztosító hőmérséklet-tartomány határozza meg.

A megfelelő szerszámhőmérséklet eredetileg abból az egyensúlyból állapítható meg, amely egyrészt az olvadt fémnek a szerszámüregbe töltése alatt a fém folyási tartományának a növelését elősegítő nagyobb hőmérsékletek, másrészt a derme-

dés javítását és a szerszámfelületen a hegedési, feltapadási problémákat gátló kisebb hőmérsékletek között jön létre. A vízben oldható szerszámkenő anyag alkalmazásakor azonban a szerszámhőmérséklet beállítási tartománya viszonylag szűk a kenőanyag adhéziós hatékonyságának stabilizálása céljából.

2.2. Vízmaradék a szerszámfelületen

A vízben oldható szerszámkenő anyag a szerszám felületére történő felhordáskor csökkenti a szerszám hőmérsékletét, mivel főleg vizet tartalmaz. Ez rugalmas tényező is a szerszám hőmérsékletének a változtatásához, a szórás helyzetének és mennyiségének a beállításával szabályozható a szerszámhőmérséklet.

A víz túlzott alkalmazása azonban vízmaradékot hagy a szerszám felületén, ami vízzárványokat és porozitációs problémákat okoz a fémolvadékban az öntés alatt; valamint vízfoltokat eredményez az öntvény felületén. Különösen a vákuumos nyomásos öntés esetén fordul elő, hogy a vízmaradék a kilőő tűskék vagy a mag csúszórészek hézagaiba szívódik, elpárolgásakor aztán a fémbe hatol, ezzel komolyan rontja a termék minőségét.

2.3. A vízben oldható szerszámkenő anyag felhordása termikus feszültséget okoz a szerszám felületén

Mint előzőleg is megállapítottuk, ahhoz, hogy megfelelő leválasztó réteg tapadjon a szerszám felületére a vízben oldható szerszámkenő anyagból, a szerszám felületét közelítően 200 °C-ra fontos csökkenteni. Ennél fogva lehet, hogy több kenőanyagot kell felszórni, vagy vizet kell szórni a nagy hőmérsékletű területre a kenőanyag felszórása előtt.

A víztöbblet alkalmazása azonban a szerszám felületén jelentősen kihat a szerszám tartósságára, mivel a létesülő termikus amplitúdótól függően nagy termikus feszültséget okoz.

séget okoz. A 4. ábra mutatja a termikus feszültség modelljét, amely a szerszámban a felületi vízhűtés alkalmazása révén fellép.

Ha a felületi hőmérséklet kisebbre csökken mint a belső hőmérséklet, húzó irányú feszültség keletkezik. Ha ez a húzó amplitúdó minden felhordáskor fellép, repedezést okoz a szerszám felületén. Az 5. ábra mutatja a termikus feszültség modelljét, amely víz felhordása nélkül lép fel a szerszámban.

Ha nem alkalmaznak vizet, a felület hőmérséklete mindig magasabb mint a belső hőmérséklet, és a felületben csak nyomófeszültség ébred. Más szóval, ha nem visznek fel vizet a szerszám felületére, nem lép fel a termikus feszültség okozta repedezés. Ez azt is jelenti, hogy kiküszöbölik a repedezést előidéző húzófeszültségeket.

3. A vízmentes leválasztó szer jellemzői

3.1. Széles hőmérsékleti tartomány és nagy adhéziós hatékonyság

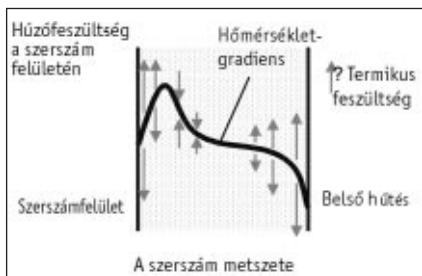
A kísérletek során alkalmazott vízmentes szerszámkenő anyagot 10% aktív leválasztó termékből és különleges, finomított olajból készítik, amellyel a viszkozitást szabályozzák. Ebben a fejezetben ezt az anyagot a vízben oldható szerszámkenő anyaggal összehasonlítva tárgyalják. Az összehasonlított tételek jelölése az A-1609 és a WFR-3R, mindkettőt az Aoki Science gyártja. A 6. ábra eltérő adhéziót mutat a vizes alapú és a WFR anyag adhéziós hatékonysága között.

A vizsgálatban a következő mennyiségben használtak fel kenőanyagokat:

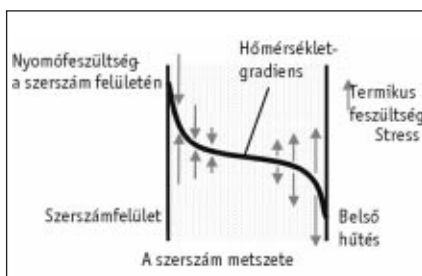
WFR-3R jelű vízmentes leválasztó szer: 0,3; 0,6 és 0,9 ml;

A-1609 jelű vízben oldható szerszámkenő anyag: 10, 20 és 30 ml (a hígítási arány 80:1).

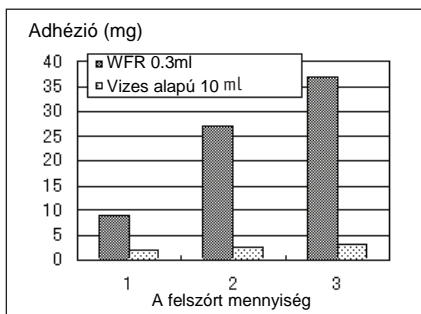
A vizsgálat során a kenőanyagot egy 250 °C-ra hevített fémlapra vitték fel, majd száradás után mérték az adhéziót (a tömegnövekedést).



■ **4. ábra.** Termikusfeszültség-eloszlási modell a szerszám belsejének a hőmérséklet-gradiensével vízfelszórásos szerszám felületére



■ **5. ábra.** Termikusfeszültség-eloszlási modell a szerszám belsejének a hőmérséklet-gradiensével vízfelszórás nélküli szerszám felületére



■ 6. ábra. Vizes alapú és WFR anyag adhéziójának különbsége 250 °C-on

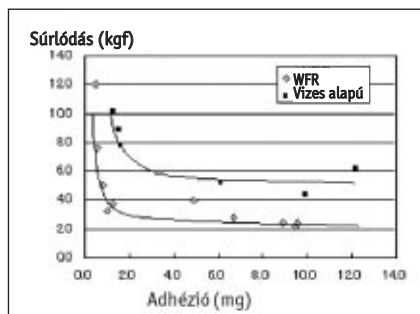
Az eredmények szerint a vízben oldható szerszámkenő anyag nagyon kis adhéziót mutatott, a szórt mennyiség növelése ellenére is. Másrészt, a WFR-3R nagy adhéziót eredményezett, a fő összetevők 30-50%-a rátapadt a lapra. Ezen felül azt is tapasztalták, hogy a szórt mennyiség növelése a fémlapra feltapadt mennyiséget is növelte.

A 7. ábra mutatja a vízben oldható és a WFR anyag adhéziójának a különbségét a szerszám hőmérsékletének függvényében.

A vízben oldható szerszámkenő anyag alkalmazása során, amikor a fémlap hőmérséklete elérte a 300 °C-ot, az adhézió hatékonysága szélsőségesen csökkent, a fő összetevő termikus ellenállásának csökkenése és a jelentős mértékű Leidenfrost-jelenség következtében.

Hasonlóképpen a WFR-3R használata is az összetevők termikus tulajdonságainak romlását és az adhéziós hatékonyság csökkenését mutatta 300 °C felett. A vízben oldható szerszámkenő anyaghoz képest azonban így is jobb adhéziót mutatott még 350 °C felett is.

Ez azt jelenti, hogy a WFR-3R vízmentes leválasztó szernek ötször nagyobb az adhéziós hatékonysága, mint a vízben oldható szerszámkenő anyagé, még az utóbbi 1:30 hígítása esetén is. Az adhéziós haté-



■ 7. ábra. Vizes alapú és WFR anyag adhéziójának különbsége különböző hőmérsékleteken

konyság 300 °C felett is fennáll, míg a vízben oldható szerszámkenő anyag ezen a hőmérsékleten már nehezen tapad fel.

3.2. Kis súrlódási ellenállás

A 8. ábra mutatja az olajos alapú WFR-3R súrlódási ellenállására vonatkozó vizsgálati eredményeket. Ebben a vizsgálatban egy Toyota tervezésű súrlódásvizsgáló gépet használtak.

A vízben oldható és a WFR-3R anyag súrlódási ellenállásának a vizsgálatára a következő vizsgálati eljárást hajtották végre:

1. Felvitték a szerszámkenőanyagot SKD61(H13) acél lapra.
2. 40 cm³ ADC12 alumíniumolvadékat öntötték a kezelt lapra, és hagyták a fémét állandó nyomás alatt megdermedni.
3. Megkísérelték leválasztani a megdermedt fémét a csúszási irányban húzva.
4. Mérték a súrlódást.

A vízben oldható szerszámkenő anyaghoz képest a WFR-3R kis súrlódást mutatott azonos mennyiségű feltapadt anyag mellett. Bár a WFR-3R feltapadt mennyisége csak 1 mg volt, a súrlódás csak a fele volt a vizes alapú kenőanyagénak. Ezt feltételezhetően a feltapadt anyag eltérő összetevői okozzák.

A 9. ábra a súrlódási ellenállást mutat-

ja a bevont és különböző hőmérsékletre hevített acéllapon.

A vizsgálathoz 10 ml vízben oldható szerszámkenő anyagot (80-szoros hígítás) és 0,3 ml WFR-3R-t használtak.

Ebben az összehasonlításban az olajalapú kenőanyag általában minden hőmérsékleten kis súrlódást mutatott a kenőanyagfilm nagy adhéziós hatékonysága és kis súrlódása következtében.

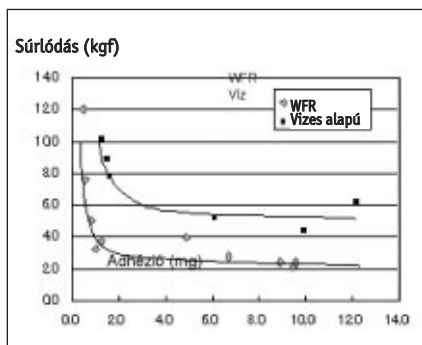
A vízben oldható szerszámkenő anyag alkalmazása során jelentős mértékű Leidenfrost-jelenséget és a fő összetevők roncsolódását figyelték meg a 300 °C feletti hőmérsékleteken. Jelentősen csökkent az adhéziós hatékonyság és nőtt a súrlódási ellenállás. Másrészt, a WFR-3R elégséges mértékben csökkentette a súrlódást még 350 °C hőmérsékleten is.

A WFR-3R-nek, mint egy új, olajalapú szerszámkenő anyagnak, jobb az adhéziós képessége, mint a vízben oldható kenőanyagénak. A súrlódás még azonos feltapadt mennyiség esetén is kicsi. Ez azt jelenti, hogy kitűnő leválasztási teljesítményt nyújt nagyon kis felszört mennyiséggel is. Kitűnő csúszóképességet teljesített és biztosított 300 °C felett is, ami nehezen érhető el vízben oldható szerszámkenő anyaggal.

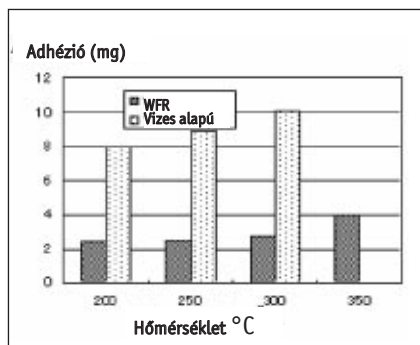
3.3. A szerszám hőmérsékletének változása a kenőanyag felhordása után

A 10. ábra mutatja a hőmérséklet csökkenését a WFR-3R és a vízben oldható szerszámkenőanyag felszórása után.

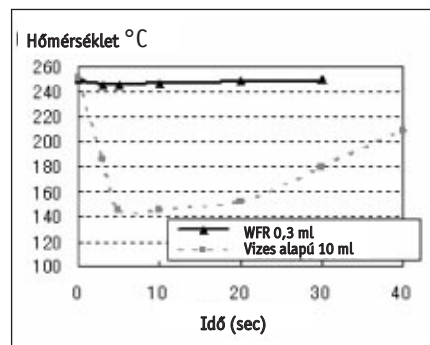
Ezeket az adatokat olyan bevont acéllappal nyerték, amelybe hőelemet szereltek. Ennek a lapnak semmilyen belső hűtőrendszere nem volt, mint általában a szerszámoknak, és mutatta a hőmérséklet újbóli növekedését az acéllap hőtartalmának felhalmozódása következtében.



■ 8. ábra. A vizes és WFR anyag súrlódási ellenállása és adhéziója közötti arány



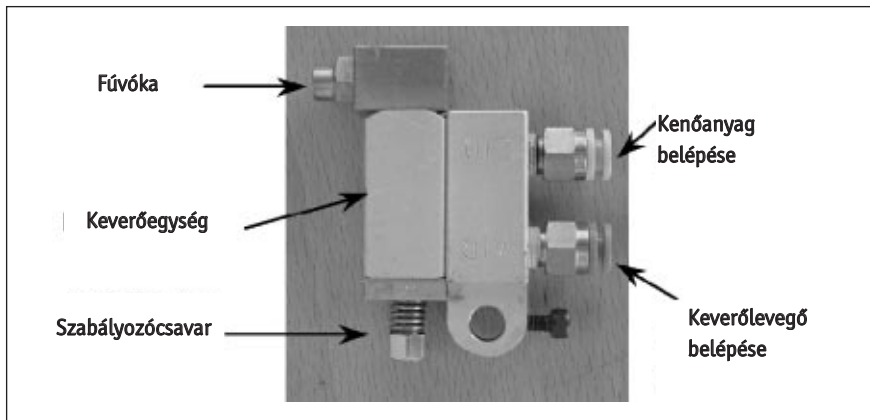
■ 9. ábra. A súrlódási ellenállás és a hőmérséklet közötti összefüggés vizes és WFR anyagok esetén



■ 10. ábra. A szerszámhőmérséklet esése vízben oldható és WFR kenőanyag alkalmazásakor

1. táblázat. A festési vizsgálat eredményei

Kenőanyagok	A festés egyenletessége		Általános	Referencia
	Megfigyelés	Értékelés		
WFR-3R	Jó	Kiváló	Kiváló	31,5
Vizes alapú A	Nem egyenletes	Gyenge	Közepes	7,2
Vizes alapú B	Kissé egyenetlen	Gyenge	Gyenge	3,4



■ 11. ábra. WFS-05G-R különleges szórófejet terveztek, amelyet a Yamaguchi Giken gyárt

A vízben oldható szerszámkenő anyagok használatuk során a szerszám hőmérsékletének az esését okozzák, jelentős hővesztességgel jár a víz elgőzölgése. A WFR-3R ezzel szemben nagyon kis mértékben változtatja meg a szerszám hőmérsékletét az alapolaj kisebb elgőzölgése következtében. Megelőzi a vízfoltos, a hideghegedéses vagy hidegfolyásos problémákat, amelyeket a szerszám-hőmérséklet részleges esése okoz. Emellett, mivel nem lépnek fel hőfeszültségek a szerszám hőmérsékletének felületközeli ingadozása következtében, elősegíti a szerszám élet-tartamának növekedését is.

3.4. A szerszámhőmérséklet szabályozása a hűtőközeggel

A WFR-3R vízmentes leválasztó szer biztosítja az öntvények sima kiemelését, megelőzi a felhegedési hibákat. A vízben oldható szerszámkenő anyaggal szemben, a szerszám felületére gyakorolt nagyon kis hűtőhatása következtében, jelentősen növeli a szerszám hőmérsékletét.

Mindazonáltal, mivel erős kenőfilmet képez, nagy szerszámhőmérsékleten is megelőzhetők a felhegedési hibák. A szerszámhőmérséklet rendkívüli növekedése azonban hat a termék szilárdságára, felületi horpadásokat okozva a dermedési sebesség csökkenése következtében.

Noha a WFR-3R alkalmazása esetén erősíteni szükséges a szerszámok belső hűtését, sok olyan alkatrész van, amelynek az alakja

és szerkezete miatt nehéz lehet a belső hűtőcsövek alkalmazása vagy a teljesítményük növelése. Következésképpen, szükségessé válik olyan módszer alkalmazása, amely lehetővé teszi a felületi hőmérséklet részleges csökkentését a kenőanyag jó adhéziós hatékonyságának biztosítása céljából.

A szerszámfelület részleges hűtéséhez általában vizet alkalmaznak a szerszámkenő anyag felhordása előtt, mivel egyrészt a kenőanyag nem tapad a felületre nagy hőmérsékleten, másrészt más sorrend esetén lemosódik.

A WFR-3R kétféle módon alkalmazható:

1. csak WFR-3R-t kell felszórni,
2. kis mennyiségű vizet, vagy a szokásos vizes alapú szerszámkenőanyagot kell felszórni a WFR-3R előtt a felületi hőmérséklet részleges csökkentése céljából, ha nincs elég belső hűtőcső.

3.5. Festési képesség

A WFR-3R vízmentes leválasztóanyag szilikont tartalmaz, hogy kellő adhéziós képességet adjon nagy hőmérsékleten. A szilikonolajnak erős víz- és olajtaszító tulajdonsága van, ezért festékhámlást és repedezett fedőréteget okozhat. Ebben a vizsgálatban, tekintettel a festéssel történő felületkikészítésre, a WFR-3R festhető szilikonolajat tartalmaz, amely kitűnően működik együtt a festékekkel.

A vizsgálati eljárás során a 150×70 mm-es, ADC12 összetételű alumíniumlapot 300 °C-ig hevítették, ezt követte a kenő-

anyag közvetlen felszórása, a zsírtalanítás, a festés, a szárítás és a nyomás.

A vizsgálat értékelése úgy történt, hogy az alumíniumlapra 10×10 mm-es négyzeteket karcoltak 1 mm-es osztással, a karcolásokra ragasztószalagot simítottak, majd levették és megszámlálták a négyzeteket, amelyekről a ragasztószalag lehámozta a festéket.

Az eredmények azt mutatták, hogy a WFR-3R-rel öntött öntvényeknek kitűnő a festhetőségi teljesítménye a festhető szilikonolajjal (majdnem azonos eredmény, mint minden felhordás nélkül), bár az adhéziós mennyiség 5-10-szer nagyobb, mint a vízben oldható szerszámkenő anyaggal. A vizsgálati eredményeket az 1. táblázat tartalmazza.

3.6. A környezet javulása és a költségek csökkentése

A vízben oldható szerszámkenőanyag használata esetén fontos a szennyvízkezelés. Mint fentebb már közöltük, a WFR-3R alkalmazásakor az adhéziós hatékonyság 30-50%-os.

Bár az alapolaj a légkörbe párolog, a mennyisége elhanyagolható a kis szórt mennyiség következtében. Gátolt tehát az olaj bekerülése a szennyvízbe, ami jelentősen hozzájárul a környezet javulásához. Az eredmények szerint a szennyvízkezelési költség és munkaerő megtakarítása várható.

Ha a vízben oldható szerszámkenő anyagról WFR-3R-re váltanak, az egy lövésre jutó kenőanyag költsége is csökken. A Ryobi Shizuoka gyárban jelenleg a vízben oldható szerszámkenő anyag szórás mennyisége 1000-2000 ml/lövés a 800 t záróerejű nyomásos öntőgépen, és 2000-3000 ml/lövés az 1650 t záróerejű gépen. Ha a WFR-3R-re állnak át, a mennyiség lövésenként 1-1,5 ml-re, illetve 2-3 ml-re csökkenthető.

Összehasonlítva a 80-szoros hígítású, vízben oldható szerszámkenőanyag és a koncentrált WFR-3R oldat használatát, a felhasznált WFR-3R tényleges mennyisége közelítően a hígítás előtti vízben oldható anyag 1/12,5 része.

Bár ez függ a kenőanyag árazásától, így a kenőanyagköltség nagy csökkenése érhető el. Ez ahhoz is hozzájárul, hogy megelőzzék a vízmaradékot a szerszám hőmérsékletének csökkentése révén, vele a hideghegedést, a fém rossz folyékonyságát, megtakarítsanak melegítő lövéseket a gyártás indulásakor, és kieső időket,

amelyek a gép leállításával járnak a feltápadások eltávolítása céljából a szerszámról; következésképpen javítsák a termék minőségét és a gyártási képességet.

4. A kevés anyaggal való szórás fejlesztése

A WFR-3R vízmentes leválasztó anyagnak nagyon nagy az adhéziós hatékonysága. Ennek a hatékonyságnak a kihasználásához a mikroszórás technológiája szükséges. A hagyományos szórórendszereink nem tudnak néhányszor 10 ml-es szinten vezérelni, és nincs is erre szükségük. A WFR-3R alkalmazása esetén, az adhéziós hatékonyság arányából számítva, a 350 tonnás gépnél közelítően 0,3 ml/lövés, az 1650 tonnás gépnél 2 ml/lövés szükséges. Minden lövéshez, stabil kenőfilm létesítéséhez tehát fontos 0,05 ml-es szinteket szabályozni.

4.1. Felhordás szórással

A WFR-3R szórásához WFS-05G-R jelöléssel különleges szórófejet terveztek, amelyet a Yamaguchi Giken gyárt. A 11. ábra mutatja a szórófej képét.

A keverőegységben van egy sűrített levegővel működtetett kúpos orsó, amely nyitja a kenőanyag körét. Más szóval, a szórt mennyiség beállítása alapján, az előzetesen beállított, rögzített kenőanyagnyomás mellett, további finombeállítás is lehetséges.

4.2. Kisnyomású adagolórendszer a WFR-3R-hez

Mint fentebb már leírtuk, a kenőanyag nyomása jelentősen kihat a szórt mennyiség ismételhetőségére. Ezen felül, a kis mennyiség felvitele miatt a nyomást alacsony szinten, 0,03-0,05 MPa-on kell stabilizálni.

Mivel a WFR-3R eredeti oldatát alkalmazták, hígító (keverő) felszerelés nem szükséges, csak egy tartályból kell a WFR-3R-t a szórófúvókához juttatni. Erre a célra rendszerint membránszivattyúkat használnak. Mivel azonban a WFR-3R kis mennyiség felvitelét igényli, a membránszivattyúk pulzálása nyomáskülönbséget okoz, még kis szivattyúk esetén is. Ezért ezúttal kis méretű elektromágneses szivattyút használtak.

A WFR-3R-t a szivattyú egy kiegyenlítő (lengéscsillapító) tartályba szállítja, stabilizálja a kimenő nyomást, majd továbbítja az anyagot a szabályozó szelephez. Az elektromágneses szivattyú „bekapcsol/kikapcsol” parancsot kap egy nyomáskapcsolótól, amely a kiegyenlítő tartályról ágazik le. Olyan szabályozó szelepet választottak, amely lehetővé teszi a finom beállítást.

Mivel a szórócsövek hermetikusan tömítettek, és az egy lövésre eső szórt mennyiség nagyon kicsi, nehéz a szabályozó szeleppel a nyomást gyorsan csökkenteni. Az ilyen problémák megelőzése céljából a szivattyú és a szabályozó szelep között leeresztő kört iktattak be (szabadalmaztatás alatt).

Ez az adagolórendszer lehetővé teszi a kenőanyag nyomásának a stabilizálását 0,03-0,05 MPa-tól kezdve.

4.3. A teljes szórórendszer

Ez a szórórendszer a kenőanyagot szállító vezetékből, a keverő-légvezetékből és a keverőfúvókából áll. Mivel a keverőfúvóka kis méretű és bárhová felszerelhető, könnyen lehetséges robotokra vagy meglévő szóróegységekre szerelni. Mivel azonban a szórt mennyiség rendkívül kicsi, a WFR-3R szórás üzemi teljesítménye is kicsi. Ezért a fúvóka és a szerszámfelület közötti távolságnak nem szabad meghaladnia a közelítően 200 mm-t. Ezenkívül gondosan ki kell küszöbölni a vizet a keverő légvezetékből, és minden szennyezést a keverőanyag-vezetékből.

5. Összefoglalás

A kidolgozott WFR-3R vízmentes leválasztó anyagot és a mikroszórást 350 tonnás nyomásos öntőgépen alkalmazzák a Ryobi Shizuoka gyárban. Tökéletesítették a szerszám belső hűtőrendszerét, hogy csökkentsék a túlmelegedést, lövésenként csak 0,3 ml WFR-3R-t szórva.

A légfúvási ciklus szükségtelen, így a ciklusidőt jelentősen csökkentették. A vízlerakódásos selejt kiküszöbölése és a szerszám hőmérsékletének gyors növekedése révén a gyártás előtti melegítő lövések számának csökkentése is megtakarítást eredményezett.

Szeretnénk törekedni ennek a rendszernek a további terjesztésére, amely módot ad a minőség és a termelés javítására.

(Fordította: Szende György)

■ MÖSZ HÍREK

A Magyar Öntészeti Szövetség átadta 2007. évi díjait

A Magyar Öntészeti Szövetség (MÖSZ) ismét három kategóriában hirdette meg díjait az év elején. A pályázatokat elbíráló kuratórium értékelését követően az elismeréseket május 23-án, a MÖSZ közgyűlésén adta át dr. Bakó Károly elnök.

1. kategória: MÖSZ – Életmű-díj

Két pályázat érkezett be. A kuratórium döntése, hogy 2007-ben dr. Jónás Pál, okl. kohómérnök, a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar, Metallurgiai és Öntészeti Tanszékének ok-

tatója kapta meg a szakma legmagasabb elismerésének számító díját.

Dr. Jónás Pál szakmai munkássága

1963-ban végzett Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán mint vas- és fémkohómérnök. Egy évig a Lenin Kohászati Művekben dolgozott, majd az Egyetem Vaskohászattani Tanszékére került tanársegédi beosztásba. Az 1965-ben megalakult Öntészeti Tanszék alapító tagja, ahol egyetemi adjunktusi, majd főiskolai docensi beosztásban dolgozott. 1978. július 1-jétől

2000. június 30-ig tanszékvezető-helyettes. 2000-től nyugdíjasként részfoglalkozású oktató. A Metallurgiai és Öntészeti Tanszéken jelenleg is oktatja a „Formázóanyagok” és a „Fémöntészet” című tantárgyakat. Több mint egy évtizede a „Fémöntészet”, ill. a „Járműipari öntvények”, tizenegy éve a „Formázóanyagok” című tantárgyak oktatója. Kutatási területei: a könnyűfémek olvasztása és gravitációs öntése, a formázóanyagok, az ötvöztelen és ötvözött nagyszilárdságú öntöttvasak tulajdon-

ságainak vizsgálata. Kutatási eredményeiről világkongresszusokon 6 alkalommal számolt be, továbbá 27 külföldi és 44 hazai nemzetközi konferencián szerepelt előadással. Külföldi szaklapokban 24 szakcikke jelent meg. Hét különböző miniszteri szintű szakmai kitüntetés díjazottja.

2. kategória: MÖSZ-díj

Három pályázat érkezett, valamennyi az „Eredményes technológiai és gyártmány-fejlesztési” kategóriában. A pályázatok a kiírásnak mind formai, mind tartalmi szempontból megfeleltek.

1. pályázó: Gyurán László, Le Belier Magyarország Zrt.

A pályázat az Al-Si-ötvözet olvadékok tulajdonságainak optimalizálásáról szól. A hidrogén okozta gáporozítás csökkentésével javítják az öntvények minőségét, csökkentve az ebből adódó selejtet. A kutatómunka során az olvadék oldott hidrogéntartalmát vizsgálták „ALSPEK H” hidrogén-szenzorral és a sűrűségindex-mérési módszerrel. A mért eredmények alapján pontosították az MTS 1500-as rotoros gázta-lanítás technológiáját és meghatározták a nemesítéshez szükséges stroncium mennyiségét, mely ma már mind az anyagminőség, mind a gáporozítás szempontjából optimális. A pályamű eredményeit felhasználva a Le Belier Holding (Franciaország) többi, külföldi vállalatánál is bevezették a Sr-tartalmú alumínium tömbanyag használatát a minőség javítása érdekében.

2. pályázó: P-Metal Kft.

Az elmúlt években a társasággal szemben új piaci igények jelentek meg az alábbi területeken:

- olyan Al-Cu-Sn-Ti ötvözet előállítás, mellyel hőkezelés nélkül biztosítható a 75-90 HB keménység;
- röntgenkészülékekbe és robotokba épülő lunker- és porozításmentes öntvények gyártása;
- változó falvastagságú öntvények gyártása.

A pontos, korszerű, spektrométeres mérési lehetőség biztosította az alábbi ötvözetek gyártástechnológiájának kidolgozását, és gyártásuk elindítását: AlCu4Sn5Ti; AlZn10Si8Mg. Az AlSi10Mg ötvözet Si-, Ti-, Sr-tartalmának változtatásával elérték, hogy horpadás- és szívódásiüreg-mentes öntvényeket állítanak elő, lecsökkentve a korábbi 10-15%-os selejtet 2-3%-ra. Az AlSi10Mg összetételű anyagból kiindulva a Si- és Mg-tartalom változtatásával, vala-

mint Ti és Sr mikroötvözással a hidraulikus hengerfejek gyártására alkalmas ötvözetet állítottak elő.

3. pályázó: Magyarmet Bt.

A társaság az EU-n belül jelentkező növekvő piaci igény kihasználására kapacitást növelő beruházást hajtott végre, melynek keretében a környezet- és egészségvédelmi előírások betartása érdekében az alkoholbázisú héjképzési technológiát vizes bázisú technológiával váltotta ki. A fejlesztés eredményeként a V. A. Technology Ltd. (Anglia) által szállított, vizes bázisú kötőanyaghoz alkalmazott nagy teljesítményű, K-típusú öntőforma-szárító berendezés áteresztő képessége összehangba került az elmúlt évek fejlesztései révén létrejött kapacitásokkal. A fejlesztés egy rendkívül dinamikus termelésfel-futást eredményezett, és a gyártható öntvények tömegének 40 kg-ig (precíziós öntőde!) történő növelésével jelentős termékvalaszték-bővülést ért el. Az 50 millió forintos beruházás 3,5 éven belül megtérül, és 16%-os árbevétel-növekedést tesz lehetővé, miközben a cég piaci pozíciói egész Európában megerősödtek.

A kuratórium az elért eredmények, a megvalósított technológiai és gyártmány-fejlesztés újszerűsége, a környezetvédelmi törvényeknek megfelelő technológia kialakítása és bevezetése alapján a 2007. évi MÖSZ-díjat a **Magyarmet Bt.**-nek adományozta.

3. kategória: „Kiváló fiatal öntész” MÖSZ-díj

A díjban 35 évnél fiatalabb szakember részesülhet, aki kiemelkedő jelentőségű, önálló munkájával, szakmai tevékenységével méltó a díj elnyerésére.

2007-ben a kuratórium a beérkezett

Magnézium nyomásos öntészeti technológia fejlesztése és alkalmazása pedálöntvény kísérleti gyártására c. pályázatot díjazásra érdemesnek ítélte. A díjat a pályázók a gyártmány- és gyártásfejlesztés területén kifejtett eredményes alkotó tevékenységért eredményéért kapták meg, megosztva: **Lukács Sándor**, okl. kohómérnök, Miskolci Egyetem, Anyagmérnöki Kar, Metallurgiai és Öntészeti Tanszék és **Sándor Balázs**, okl. üzemmérnök, Fémalk Zrt.

A pályázat rövid bemutatása

2003-ban az Európai Unió jóváhagyta egy IDEA nevű kutatási projekt indítását, „A kis tömegű repülőgép-alkatrészek integrált termékfejlesztése a környezet hatékony üzemeltetéshez” címmel. A projektben 8 ország 13 kis és közepes méretű vállalkozása vett részt. A termékfejlesztés célja volt olyan öntészeti magnéziumötvözetek fejlesztése, melyek alkalmasak jelenleg Al-ötvözetből gyártott alkatrészek helyettesítésére. A repülőgépek tömegének csökkentésével csökken a zajhatásuk, az üzemanyag-fogyasztásuk és a környezet szennyezése. A projektben résztvevő Fémalk Zrt. biztosította feltételek között készültek el a vizsgálati darabok, nyomásos öntéssel. A projekt 2006-ban az Aalenben rendezett Magnéziumszeminárium „Magnéziumöntvény-versenyén” az Aeronautics kategóriában I. helyezést ért el. A pályázók tevékenységükkel Magyarországon úttörő szerepet vállaltak, mely alapján egy rendkívül igényes, magas műszaki színvonalat igénylő piaci szegmens vált elérhetővé.

A nyerteseknek gratulálunk, s további szakmai sikereket kívánunk!

Dr. Hatala Pál



■ A 2007-es MÖSZ-díjasok: Győri Imre, dr. Jónás Pál, Sándor Balázs és Lukács Sándor

Doktori védések a Metallurgiai és Öntészeti Tanszéken

2007. június 6-án *Lukács Sándor és Fegyverneki György*, 2007. július 8-án *Taszner Zoltán* okleveles kohómérnökök sikeresen megvédtek PhD-értekezésüket a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán.

Lukács Sándor disszertációjának címe: A nyomásos öntőszerszám hőegyensúlyának hatása alumínium és magnézium nyomásos öntés esetén.

A Bírálóbizottság elnöke *dr. Roósz András*, akadémikus, egy. tanár, titkára *dr. Palotás Árpád Bence* PhD, egy. docens, tagjai *dr. Gácsi Zoltán*, az MTA doktora, egy. tanár, *dr. Pintér Richárd* PhD, *dr. Vigh László* CSc és *dr. Buza Gábor* CSc voltak. Az értekezés bírálójának *dr. Artinger Istvánt*, a műszaki tudomány doktorát, professor emeritust és *dr. Bakó Károly* CSc-t, egy. magántanárt kérték fel. A jelölt tudományos vezetője *dr. Tóth Levente* egyetemi docens, kutatási vezetője *Prof. Dr. Dr. h.c. Friedrich Klein*, az ARGE Metallguss vezetője volt.

Lukács Sándor 2000-ben végzett a Miskolci Egyetem Dunaújvárosi Főiskolai Kar anyagmérnök szakán, majd Miskolcon a Kohómérnöki Karon folytatta tanulmányait. 2001-ben Dunaferri-díjat kapott. 2002-ben kiváló minősítésű kohómérnöki diplomát szerzett öntész szakirányon, hulladékgazdálkodási ágazaton, majd felvételt nyert a Kerpely Antal Doktori Iskola nappali tagozatára. A doktori kutatómunkáját Aalenben, Klein professzor irányításával végezte. 2003-ban elnyerte Baden-Württemberg tartomány ösztöndíját. 2004-től közreműködött az Európai Unió 6-os keretprogram alatt futó, IDEA elnevezésű kutatómunkában a Fémalk ZRt.-ben. 2007 februárjától a Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Tanszékének tudományos munkatársa.

2006-ban az OMBKE Öntészeti Szakosztályának Ifjúsági Tagozatában végzett munkájáért OMBKE Plakett kitüntetésben részesült. 2007-ben kollégájával közösen elnyerte a MÖSZ Kiváló Fiatal Öntész díját. 2007. május 4-től az OMBKE Egyetemi Osztályának titkára.

Fegyverneki György értekezésének címe: Az alumínium hengerfejöntvények repedésérzékenysége.

A Bírálóbizottság elnöke *dr. Roósz András*, akadémikus, egy. tanár, titkára *dr. Tóth Levente*, egy. docens, tagjai *dr. Bárczy Pál* CSc, egy. tanár, *dr. Varga László*

PhD, *dr. Tranta Ferenc* CSc, és *dr. Vigh László* CSc voltak. Az értekezés felkért bírálói *dr. Gácsi Zoltán*, az MTA doktora, egy. tanár és *dr. Bakó Károly* CSc, egy. magántanár voltak.

A jelölt tudományos vezetője *dr. Dúl Jenő* CSc, egy. docens volt.

Fegyverneki György 1996-ban érettségizett, majd a családi tradíciót folytatva a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán tanult tovább. A Tanulmányi Emlékérem bronz fokozatát 1998-ban és 1999-ben, ezüst fokozatát 2001-ben nyerte el. 1999-ben első kiüntettként elnyerte a Dunaferri-díjat, 2000-ben 4 hónapot töltött Erasmus-ösztöndíjasként Aalenben Friedrich Klein professzor nyomásos öntészeti laboratóriumában. 2001-ben kiváló eredménnyel végzett az egyetemen, ezt követően a VAW, későbbi nevén Hydro Alumínium Győr Kft., ma NEMAK Kft. munkatársa lett, ahol azóta is dolgozik. 2001 júliusa és 2004 decembere között új termékek gyártásba való bevezetéséért felelős. 2007. május 2-től a cégnél újonnan alakított termék- és folyamatfejlesztési csoportot vezeti.

2006 májusában elnyerte a MÖSZ által odaítélhető Kiváló Fiatal Öntész díját a gyártmányfejlesztés területén elért kimagasló eredmény kategóriában.

Taszner Zoltán disszertációjának címe: A konverteres acélglyártás hulladékbetét-összeállítási technológiájának optimalizálása, indirekt acélhulladék-összetétel meghatározási módszer kifejlesztésével.

A Bírálóbizottság elnöke *dr. Farkas Ottó*, a műszaki tudomány doktora, professor emeritus, titkára *dr. Csicsovszki Gábor*, PhD, tagjai *dr. Károly Gyula*, a műszaki tudomány doktora, *dr. Tóth Lajos Attila*, CSc, *dr. Sziklavári János*, a műszaki tudomány doktora, *dr. Szőke László*, a műszaki tudomány doktora, *dr. Török Béla* PhD, *dr. Lengyel Attila* CSc voltak. Az értekezés bírálója *dr. Tardy*

Pál, a műszaki tudomány doktora és *dr. Kovács Károlyné* dr., PhD, míg a jelölt témavezetője *dr. Grega Oszkár*, PhD volt.

Taszner Zoltán kohómérnöki tanulmányait 1997-ben kezdte meg a Miskolci Egyetemen. Az acélkohászat iránti fokozott érdeklődése 2001-ben az Őzdi Acélművek Kft.-nél végzett 4 hónapos üzemi kutatási feladat során alakult ki. Az Észak-Rajna-Vesztfáliai Oktatási Minisztérium és a Carl Duisberg Társaság közös ösztöndíjasaként 2002 márciusától a Duisburgi Egyetem alkalmazott anyagtechnológiai intézetében folytatta 8. félévi tanulmányait, majd egy gyakorlati félévet töltött a Thyssen Krupp Steel AG Minőségbiztosítási és Eljárástechnikai Részlegénél. A „Konverteres acélglyártó eljárás modellezése metallurgiai, fizikai-kémiai és matematikai összefüggések alapján” c. diplomamunkáját 2003-ban védte meg. Doktoranduszi kutatómunkájához a Thyssen Krupp Steel AG részéről a Duisburg-Bruckhauseni Acélmű Minőségbiztosítási és Eljárástechnológiai Részleg és *dr. Alfred Ender* főmetallurgus nyújtott tudományos iránymutatást és támogatást.

2006 szeptemberétől a Metallurgiai és Öntészeti Tanszék tudományos munkatársaként látja el oktatási és kutatási feladatait.

A PhD-oklevelek átadására 2007. június 23-án, a doktori eskü letétele után, a diplomaátadó ünnepi egyetemi szenátusülésen került sor.

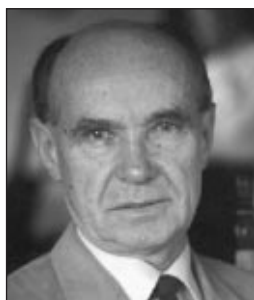
Fiatal kollégáinknak szívből gratulálunk és további sikeres pályafutást kívánunk!

Szerkesztőség



■ 1. kép. Dr. Roósz András akadémikus köszönti a mögötte álló két új dokort, Fegyverneki Györgyöt és Lukács Sándort

Dr. Franz Sigut (1919-2007)



2007. április 5-én, életének 88. évében hosszan tartó, súlyos betegség után elhunyt Dr. Franz Sigut, az Osztrák Öntők Szövetségének prominens személyisége, egyesületünk tiszteleti tagja. Szűk családi körben április 18-án helyezték örök nyugalomba a Neustifteri temetőben, Bécsben.

Franz Sigut 1919. november 13-án született Friedbergben az akkor Morvaországhoz tartozó Sziléziában, iparos család fiaként. A reálgimnáziumi érettségivel egyidejűleg az apai öntődében megszerzett szakképesítést műszaki tanulmányok követték a príbrami bányászati főiskolán, illetve a prágai műszaki főiskolán, ezt követően a Bécsi Egyetem filozófiai tanszékén tanári állást tölt be, majd Bécsben a Világkereskedelmi Főiskolán közgazdász képzést szerzett.

Szakmai életpályája a morvaországi Kolben-Danek vállalat igazgatóasszisztensi, valamint a Prágai Műszaki Főiskola tudományos segédmunkatársi állásokkal kezdődik. Ezek után vezető pozíciókat tölt be a Trofaiachi Vas- és Acélöntőde Rt.-nél, az M. Schmid & Söhne Vasgyáraknál, majd a Schäffer és Bundenberg Acélgyár Ybbs igazgatója lesz. Ügyvezető tulajdonosként a Techna Kft.-t és a Schmid Eisen und Metall Kft.-t vezette. Az általa irányított vállalkozások számára Dr. Franz Sigut keleti piacokat nyitott, Bulgáriában, Lengyelországban, Csehországban, Magyarországon és a valamikori Szovjetunió államaiban épített ki kapcsolatokat. Kezdeményezésére indult meg az autóipari öntvények gyártása és az export főleg az NDK-ba. Közben néhány szabadalom és több publikációja is megjelent az öntészeti tudományok területén. A vezető pozíciókban eltöltött sokoldalú tevékenysége az eltávozottat már viszonylag korán két jelentős felismeréshez juttatta: először is arra, hogy az öntő szakemberek mind nemzeti, mind pedig nemzetközi szintű egymásra találására van szükség annak érdekében, hogy bizalomteljes tapasztalatcsere és vállalkozói szintű kapcsolatok ápolására kerülhessen sor, másodsorban pedig arra, hogy az öntőipar elkötelezett aktív környezetvédelmet működtessen. Így vált Dr. Sigut az 1951-ben életre hívott Osztrák Öntők Egyesületének (VÖG) alapító tagjává, majd annak 1957-től sok éven keresztül igazgatójává és 1975-től 2001-ig az egyesület elnökévé. 2001-től haláláig tiszteleti elnöke volt a VÖG-nek. Mint az öntőipar szakmai szövetségének egyik legidősebb

tisztségviselője megalapította az öntészet szakmai szabványbizottságát, hosszú ideig vezette az üzemgazdasági bizottságot, valamint a környezetvédelmi bizottságot.

Sok éven keresztül elnökségi tag volt a CIATF-ban, az öntészeti egyesületek nemzetközi szövetségében, és az 1961-ben, Bécsben rendezett 28. Öntészeti Világkongresszus szervezésében is meghatározó szerepet vállalt. CIAFT-elnökként 1967-ben Párizsban vezette a 34. ÖVK-t, majd sok éven keresztül volt az elnökség tagja, mint kincstárnok.

A környezetvédelem iránt érzett töretlen elkötelezettsége vezette Dr. Sigutot a CIAFT „Az öntőipar környezetvédelme” nemzetközi bizottságába és a CAEF (Európai Öntődék Szövetsége) környezetvédelmi bizottságába. 1973-tól elnökségi tagja volt a gyakorlati öntészeti kutatást végző Osztrák Öntészeti Intézetnek, 1992-től pedig annak tiszteletbeli tagja lett. Általános igazságügyi szakértőként, és a Bécsi Közgazdasági Egyetemen mint megbízott előadó is tevékenykedett. Több mint 25 évig volt a Giesserei Rundschau főszerkesztője.

1992-ben az akkori német szakmai egyesület elnökével, E. Möllmann-nal közösen életre hívta a „Hexagonalet”, a német, az osztrák és a keleti szomszédos országok öntészeti egyesületeinek munkaközösségét, a mára függetlené vált MEGI (Középeurópai Öntészeti Kezdeményezés) elnevezésű fórum a reformországok felzárkóztatásával és a tagországok közötti tapasztalatcserével foglalkozik.

Dr. Sigut eredményes és sokoldalú munkásságát számos nemzetközi és osztrák kitüntetés jelzi, így az Osztrák Köztársaság Szolgálatiért tett Arany Díszjelvény, az Osztrák Rendjel a Tudományért és Művészetért, a német, szlovén, szlovák, cseh és magyar öntészeti szakmai egyesületek tiszteleti tagsági címei. Az osztrák köztársasági elnök 2001. október 25-én dr. Franz Sigut úrnak professzori címet adományozott, valamint ugyanezen év december 7-én Sachsen-Anhalt Szövetségi Tartomány elnöke a Német Állami Érdemkeresztrel tüntette ki.

A magyar öntészet szakmai kapcsolatait mindig nagy odafigyeléssel segítő, a magyar kollégákat az osztrák és nemzetközi rendezvényeken kedves barátként üdvözlő, segítőkész, megnyerő személyiségű kollégától a magyar öntők nevében fájdalommal búcsúzunk, s kívánunk neki

utolsó jó szerencsét!

BK

FATHI HABASHI

A gallium kohászata

A gallium közel 130 éve ismert fém. Legelőször 1877-ben a szfaleritben fedezték fel, de napjainkban főleg a bauxit-feldolgozás melléktermékeként állítják elő. Vegyületeit a modern technológiákban sokféleképpen hasznosítják. A tanulmány összefoglalja a gallium felfedezésének történetét, kinyerésének eljárásait és a legfontosabb alkalmazásait.

Történeti visszatekintés

A Dmitrij Ivanovics Mengyelejev (1834-1907) által feltételezett, és az 1871-ben közzétett periódusos rendszerében ekalumíniumnak nevezett elemet egy, a Pireneusokból származó cink-szulfidos mintában Paul Emile Lecoq de Boisbaudran (1838-1912) fedezte fel 1877-ben. Hazájának tisztelegve, az új elemet galliumnak nevezte el, ugyanis a rómaiak így hívták azt a vidéket, ami a mai Franciaország [1]. A galliumot azzal az új eszközzel, a spektroszkóppal fedezték fel, amelyet néhány évvel korábban két német tudós, Robert Bunsen (kémikus) és Gustav Kirchhoff (fizikus) talált fel.

Boisbaudran-t főképp a periódusos

rendszer bizonyos csoportjaiba tartozó elemek színképvonalainak a vizsgálata érdekelte. Az alumínium csoporttal kezdte, és a Mengyelejev által az alumínium és az indium között feltételezett elemet kereste, melyet cink-szulfidos ásványokban (cink blende) keresett, mivel ebben az anyagban fedezte fel az indiumot F. Reich és T.H. Richter 1863-ban. 1874-ben 52 kilogramm cink-szulfidos mintát kapott egy Haute Pyrénées-hez közeli bányából, melyet azután savban feloldott. Amikor az oldatba tiszta fémcink lemezt merített, azon kiválást észlelt. Ezt a levált precipitátumot durranógáz lángjában hevítve és spektroszkóppal vizsgálva, két olyan vonalat talált, amelyet még addig sohasem. Ezeket egy új fém jelen-

létének tulajdonította, de annyi anyag akkor nem állt rendelkezésére, amiből az új fémot nagyobb mennyiségben kinyerhetette volna.

Később Boisbaudran a La Vieille Montagne bányavállalatnál több száz kilogramm cink-szulfidos mintát kapott, melyet királyvízben oldott fel. Az oldhatatlan szilikátos maradék leszűrése után a beoldódott szennyezők (réz, arzén, ólom, kadmium stb.) elkülönítése (cementálása) céljából cinklemezeket merített a szűrletbe. Az így leválasztott szilárd anyagot ismét leszűrte, azután a tiszta oldatba hidrogén-szulfidot vezetett, majd felvette a csapadék színképét. Ezzel a vizsgálattal meg tudta erősíteni a gallium jelenlétét a csapadékban.

1879-ben Boisbaudran és Emile Clément Jungfleisch (1839-1916), az École Supérieure de Pharmacie kémia professzora a Párizs külvárosában található Javel Worksben már 4 tonna cink-szulfidos mintát dolgozott fel, és a gallium lúgos oldatának elektrolízisével 75 gramm fémot állított elő. Ebből már az új fém tulajdonságait is meg tudták határozni, s teljes bizonyossággal igazolták, hogy ez a fém a Mengyelejev által feltételezett hiányzó elem. Boisbaudran felfedezését a „Cadeacteres chimiques et spectroscopiques d'un nouveau métal, le gallium, découvert dans une blende de la mine de Pierrefitte, Vallée d'Argeles (Pyrénées)” című cikkében 1877-ben közzétette az Annales de Chimie című tudományos lapban.

Húsz évvel később, 1897-ben a galliumot színképelemzés segítségével a francia bauxitban Walter N. Hantley és Hugh Ramage (1865-1939) fedezte fel. 1930-ban a norvég geokémikus, Viktor Moritz Goldschmidt (1888-1947) pedig egy Newcastle melletti szénbányában mutatott ki galliumot.

Fathi Habashi professzor emeritus a Laval Egyetemen (Laval University), a kanadai Québec City-ben. Vegyész-mérnök (BSc) diplomáját a Kairó-i Egyetemen, majd a doktori (Dr. techn.) fokozatát a bécsi Műszaki Egyetemen, a szervetlen kémiai technológia szakterületén szerezte. A Szentpétervári Egyetem Bányászati Intézetének tiszteleti doktora (Dr.h.c.). A Laval Egyetemre kerülése (1970) előtt dolgozott Ottawában – a kanadai kormány ösztöndíjasaként –, tanított az amerikai Montana Főiskolán (Montana College of Mineral Science and Technology) és az arizonai Tucsonban az Anaconda vállalat

extraktív metallurgiai kutatóintézetében. Számos külföldi egyetemen volt vendég-professzor. Tanácsadóként dolgozott az ENSZ fejlesztési programjában, és aktív tagja volt az Orosz Tudományos Akadémiának. Két tucatnál is több könyve közül a háromkötetes „Principles of Extractive Metallurgy” c. könyvének az első két kötetét orosz és kínai nyelvre is lefordították. A metallurgia történetét feldolgozó művei közül a magyarországi vonatkozások miatt is említésre érdemes a „History of Metallurgy”, „Gellert's Metallurgic Chymistry” és a „Schools of Mines. The Beginnings of Mining and Metallurgical Education”.

Az eredetileg angol nyelvű tanulmány fordítását Máté Csilla III. éves kohómérnök hallgató készítette. A cikk lapunkban történő megjelenésének aktualitását részben az adta, hogy a Szerző a közelmúltban rövid látogatást tett a Miskolci Egyetemen.

Előfordulása

A földkéregben a gallium előfordulási gyakorisága nagyjából az óloméval egyező, ugyanakkor a gallium értelepeket nem képez, csak szétszórta fordul elő. A gallium megtalálható a szfaleritben, lévén a GaS a ZnS-dal izomorf, és előfordul a bauxitban is, mivel a Ga^{3+} ionsugara az Al^{3+} ionéval csaknem megegyező (63 pm, ill. 57 pm); a Zn^{2+} ionsugara egyébként 0,74 pm. A gallium előfordul a szén-, illetve a foszfát-telepekben is, és feldúsul a szenek elégetésekor keletkező pernyében, továbbá az elemi foszfor gyártása során is. A galliumnak egyetlen ritka ásványa ismert, a gallit, CuGaS_2 , melyet 1958-ban egy német mineralógus, Hugo Strunz (1910-2006) és munkatársai a namíbiai Tsumeb bányában és a zairei Kipushi bányában fedeztek fel.

Ipari előállítása

A korai idők

Az első 50 kg gallium fémet 1932-ben Németországban, Mansfeldben aknás kemencében történő rézpala-olvasztás során keletkezett tapadványból állították elő [2]. Az oklahomai Henrytában az Eagle-Picher-i kohóban a cinket retortákban állították elő, majd vákuumlepirással finomították, hogy nagytisztaságú fémet kapjanak. Noha Eagle-Picherben már 1915-ben rájöttek arra, hogy a desztillációs toronyból kapott vasas-ólmos maradék galliumot tartalmaz, de csak 1944-ben nyertek ki belőle összesen 6 kg galliumot egy meglehetősen bonyolult eljárással [3].

Gallium előállítása a litoponygyártásban

A fehér festékpigment anyagot, a litopont először 1850-ben Franciaországban fejlesztették ki: alkalmas módon összekeverték cink-szulfátos oldatot bárium-szulfiddal, ami a cink-szulfid és a bárium-szulfát együtt történő leválását eredményezte. Ehhez a művelethez a cink-szulfátos oldatot a cink-oxidos pörkjének kénsavas oldásával és az oldat szennyezőinek eltávolítását célzó cinkporos kezelésével nyerték; a bárium-szulfidot pedig barit ásvány kemencében való szén redukciója utáni vizes kioldásával. A Missouri állambeli, joblini Eagle-Picher Kutatóközpont vegyszerei akkor kezdtek el érdeklődni az Illinois állambeli, Argoban található litoponygyárban is lehetségesnek vélt galliumkinyerés iránt, amikor értesültek arról, hogy a Hen-

ryetta-i cinkkohóban sikerült galliumot is kinyerni. A litopon gyártásánál a galliumot egyébként a cink-oxidos pörk kioldási/lúgzási maradékában találták meg és a litopon előállításának egyfajta melléktermékeként nyerték ki, egy bonyolult, NaOH-os lúgzást, precipitációt és elektrolízist magában foglaló eljárással [3].

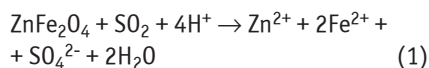
Mivel az 1950-es évektől a TiO_2 fehér színező pigment térnyerésével a litopon előállítása drasztikusan visszaesett, így csökkent a gallium előállítása is. Eagle-Picherben egyébként – többek között – ólom előállításával is foglalkoztak, s az ólom- és cinkfinomító gyárak a Kansas állambeli Galena külvárosában működött. Ez erősen szennyezte a környezetet, ezért később véglegesen le kellett állítani az üzemet, s néhány évre rá már az épületeket is lebontották.

Gallium előállítása a katód-cinkgyártásban

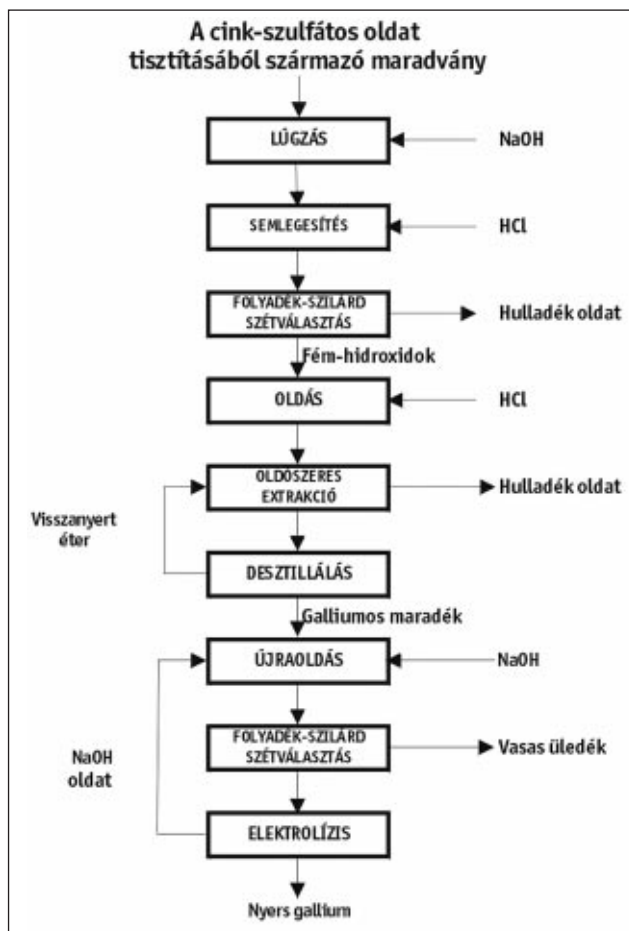
Ahogy a cinkkohászat a tűzi eljárásokról kezdett áttérni a kalcinálás-kioldás-elektrolízis típusú kinyerési módszerre, a galliumot is máshol, nevezetesen a vas-oxidos maradványban találták feldúsult, ami idővel fontos galliumforrássá vált. Napjainkban az ilyen cinkkohászati maradványokat tekintve, a gallium elsődlegesen a japán Akiita Zink Iijima-i finomítójából származik, mely vállalkozás a Dowa Mining cég leányvállalata, és amelyben 1971 óta állítanak elő cinket szulfidos koncentrátumokból. Ezen eljárás során a cink-szulfidos koncentrátum pörkölkét kénsavval oldják, hogy cink-szulfátos oldatot nyerjenek, melyet a szennyezők eltávolítása érdekében semlegesítenek. Az itt keletkező precipitátumban található a gallium, az alumínium és a vas. Ezt a maradványt lúgos oldattal kezelve, oldatba vihető a galli-

um, az alumíniummal és a vas egy részével együtt. A fel nem oldott maradék elválasztása után, az oldatot semlegesítve kiejtik az oldhatatlan fém-hidroxidokat. Ezt azután sósavban feloldva, a gallium éterrel extrahálható (1. ábra). Az éteres kivonat desztillációja egy galliumban gazdag maradékot ad, amelyben még mindig található némi vas, amitől erősen lúgos oldattal különíthető el a gallium, míg a vas a lúgzási maradványban visszamarad.

A fentebbi, éteres extrakciós eljárásukat azonban időközben módosították, ennek a folyamatvázlata a 2. ábrán látható [5]. A jelenlegi technológia szerint a felhalmozódott cinklúgzási maradvékban 0,2 MPa körüli nyomás alatti oldással, 115 °C-on és SO_2 redukálószerrel használva igyekeznek megbontani a cink-ferritet:

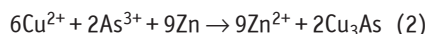


Ennek a megoldásnak nagy előnye, hogy a vasat két vegyértékű állapotában tartja, így a vas nem tud csapadék alakban



■ 1. ábra. Gallium kinyerése cinkkoncentrátumokból

az oldatból ilyen kioldási körülmények között kiválni. Ezáltal az indium és a gallium kiejtethetővé válik az oldatból, és nem megy veszendőbe a vas(III)-hidroxid (vagy jarozit) maradékkal. Az autoklávban oldás után, a szulfátos oldat pH-ját kalcium-karbonáttal 1,5-re állítják be, hogy a gipszet (kalcium-szulfátot) tisztán nyerhessék ki. Ezután cinkpor hozzáadásával arzéntelenítik az oldatot, miközben rézarzenid válik ki:



Ezt a reakciót egyébként a „rézionok által katalizált, cink-cementálásos eljárás”-ként ismerik. A réz-arzenid kiszűrése után az arzéntelenített oldatot még egy további lépésben tisztítják, hogy kiejtsék belőle az indiumot és a galliumot. Ehhez az oldat pH-ját kalcium-karbonát adagolásával 4,3–4,5 közé növelik, így el tudják távolítani az alumíniumot és a gipszet, és egy olyan terméket kapnak, amely indium- és gallium-hidroxidokat tartalmaz. Ezeket azután fajsúly szerinti, gravitációs szeparációs módszerekkel választják el a maradvány fő tömegétől. Maga az oldat most már elégségesen előkészített ahhoz, hogy belőle oxigénnel majdnem teljesen tiszta vas(III)-oxidot (hematitot) lehessen kiejteni 1,5–2,0 MPa nyomáson és 70 °C-on. Az Akita Zinc tehát ezzel az eljárással az aranyon, ezüstön és ólmon felül még réz-

arzenidet, galliumot, indiumot, kalcium-szulfátot és vas-oxidot tud visszanyerni a kénsavas cinklúgzás maradékából.

Gallium előállítása az alumíniumkohászatban

A Bayer-eljárás

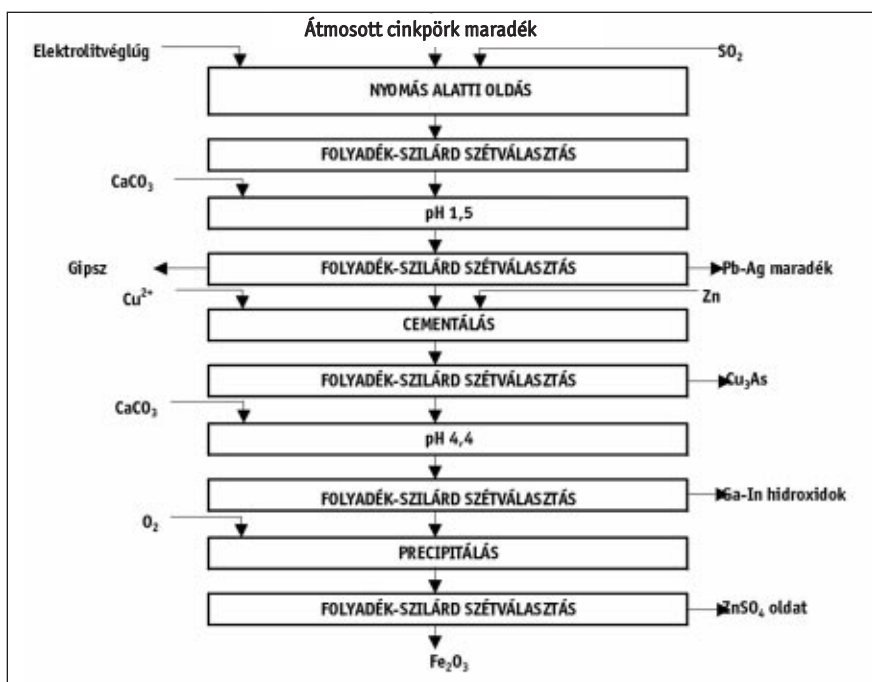
Nagyjából a galliumnak a cinkkohászat-hoz kapcsolódó kinyerésével egyidejűleg folytak a kutatások a bauxitból történő kinyerése érdekében, melynek eredményeként két eljárás fejlődött ki. A bauxitnak a Bayer-féle eljárás szerinti feldolgozásánál az alumíniummal együtt a gallium is részlegesen beoldódik. A lúgzást követő műveleti lépések során a galliumot nem nyerik ki az alumíniummal együtt, s ezért a Bayer körfolyamat szerinti oldat-visszajáratás következtében a gallium 100–125 ppm-es [mg/l] koncentrációra feldúsul a visszajáratott oldatban. Amikor a gallium kinyerése a cél, akkor az oldat egy részét, még a feltáráshoz történő visszavezetés előtt elkülönítik. Ebből a 97,0–99,9%-os tisztaságú gallium fémet az alábbi eljárásokkal nyerik ki:

- **Karbonizálás:** Ennél a módszernél az oldatba szén-dioxidot vezetnek, hogy a beoltásos kikeveréssel vissza nem nyert alumíniumot kiejtsék [4]. Az alumínium-hidroxidot ezután elválasztják az oldattól, mely utóbbit újra karbonizálják. Ennél a második karbonizációnál egy

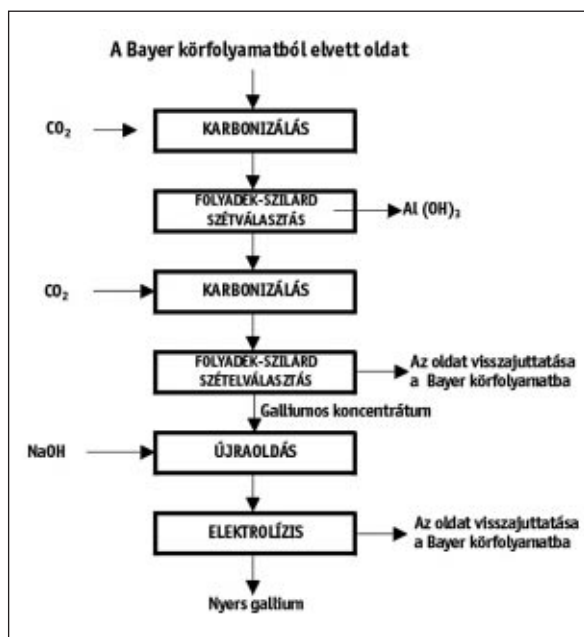
0,3–1% galliumot tartalmazó csapadékot választanak le. Ezt a precipitátumot elkülönítik, majd lúgban feloldják, és belőle elektrolízissel kinyerik a folyékony nyers galliumot (3. ábra).

- **Elektrolízis:** Ennél az eljárásnál a Bayer körfolyamatból elvett oldatot bepárlással töményítik, majd ebből a koncentrált oldatból higanykatódos elektrolízissel közvetlenül kiredukálják a galliumot [4]. Ahogy a gallium koncentrációja az amalgámban eléri az 1%-ot, lecsapolják, majd a gallium-tartalmát lúgos oldattal kioldják. Ezzel már olyan tömény-ségű galliumos oldatot kapnak, amelyből újabb elektrolízissel a nyers gallium kinyerhető (4. ábra).
- **Cementálás:** Ennél a munkamódnál ahelyett, hogy elektrolízissel közvetlenül gallium amalgámot állítanának elő, először csak nátrium amalgámot készítenek higanykatódos elektrolízissel marónátron oldatból. Ezután ezzel a nátrium-amalgámmal cementálják ki az oldatból a galliumot, vagyis az oldatfázisból a gallium helyet cserél az amalgámban oldott nátriummal. A további műveleti lépések az előzővel egyezők. Ezt az eljárást Németországban használják, és nagy előnye, hogy ennek kisebb a higanyvesztesége [6].

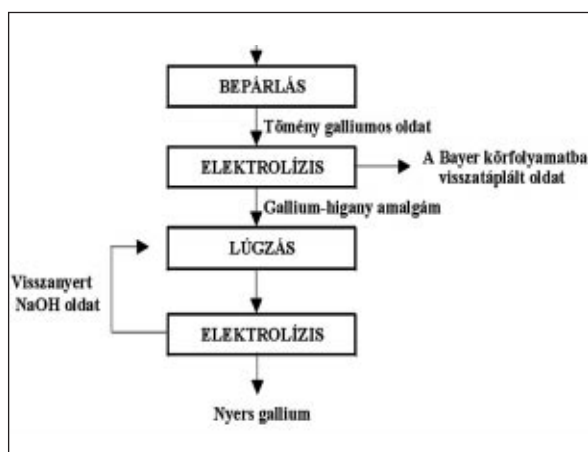
Napjaink egyik legnagyobb gallium-előállítója az amerikai GEO Gallium Inc. cég, amely két gallium extrakciós gyárat üzemeltet. Egyet Németországban, Stadeban, Hamburgtól 40 km-re, a másikat a nyugat- ausztráliai Pinjarra-ban. Ez utóbbit 1989-ben alapították, és évente 100 tonna 99,99%-os galliumot tud előállítani. A stadei gyárba a Vereinigte Aluminium Werke, a pinjarrai üzembe pedig a közeli Alcoa szállítja a gallium-kinyeréshez a nyersanyagot. Ezekből a GEO Gallium mintegy 15%-os gallium-klorid oldatot állít elő (ami kb. 200g/l gallium-tartalomnak felel meg). Erre több lépéses összetett kinyerési eljárást használnak, melynek ellenáramú oldószeres extrakciós és azt követő ioncserélő műgyantás elválasztási műveletek is részei. Az alumínát maradékok ezután visszakerülnek a timföldgyártásba. A GEO Galliumnak van egy tisztító üze-me is a dél-franciaországi Salindres-ben, ami régen a Rhodia Chimie S.A., korábban Rhône Poulenc tulajdonában volt. Az 1993-ban alapított, s az ohioi clevelandi székhelyű GEO Specialty Chemicals társaság napjaink piacvezető cége a



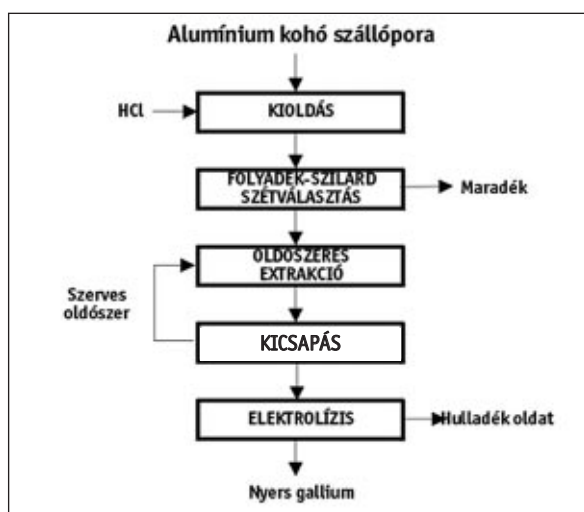
■ 2. ábra. Gallium kinyerése cinkkoncentrátumokból



■ 3. ábra. Gallium kinyerése bauxitból az oldat egy részének karbonizálásával



■ 4. ábra. Gallium kinyerése bauxitból elektrolízissel



■ 5. ábra. Gallium kinyerése az alumínium elektrolízisének keletkező porból Norvégiában

félvezetőipari, az optoelektronikai, a papíripari, és az építőipari vegyi termékek területén, továbbá a vízkezelő és felületkezelő szerek gyártásában.

A kínai Shanxi Alumíniumgyár a maga évi 1,2 millió tonnás alumínium-előállítási kapacitásával Kína legnagyobb alumíniumkohászati vállalata, mely egyben a világ egyik legnagyobb gallium előállítójává nőtte ki magát: üzemében összesen évi 80 tonna galliumot képes előállítani. Ezek az üzemek a következők:

- A Nagy Fal Alumínium (Great Wall Aluminium) üzem 15 tonnát termel évente.
- A pekingi JiYa Félvezető Termékek Gyára (Beijing JiYa Semiconductor Material) gyár több mint 10 tonna 99,99%-os tisztaságú galliumot állít elő évente.
- A Sumitomo Chemical vegyesvállalatot hozott létre Kínában évi 40 tonna gallium finomítására. Az amerikai félvezetőgyártó cég, az AXT vegyesvállalatot hozott létre a Pekingi JiYa Félvezető Termékek Gyárával, hogy Kínában 4N galliumot állíthassanak elő. Az AXT partnerei között a Shanxi Alumíniumgyár is szerepel.

A vezető gallium-előállító üzemekhez tartozik még az észak-kelet kazahsztáni pavlodari Tím-földgyár (Pavlodar Alumina Refinery) és sok más orosz és kínai vállalat.

Alumínium olvadékelektrolízis

Az alumíniumot elektrolízissel kinyerő cellákból származó porban 0,5% Ga található. Ezt az elszívott

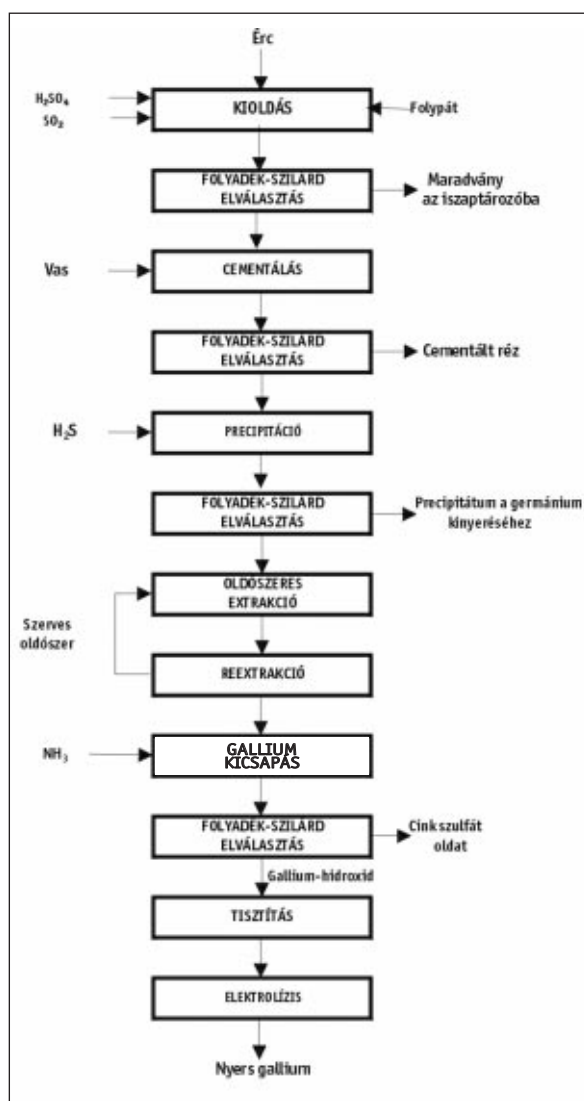
és összegyűjtött port sósavval átmosva a gallium oldatba vihető. A szilárd részt leszűrik, és a folyadék fázist egy sor oldószeres extrakciós műveletnek vetik alá, hogy a galliumot elválasszák az oldott szennyezőktől. A reextrakcióval nyert vizes oldatból azután a fém galliumot elektrolízissel állítják elő (5. ábra). Ezt az eljárást Norvégiában az Elkem A/S cég alkalmazza.

Előállítás piritpörkből

Amikor a kénsavgyártáshoz az elemi kén nagy mennyiségben még nem állt rendelkezésre, a szükséges SO_2 legfőbb forrása a pirit volt. Egykor a németországi Duisburger Kupferhütte a különböző országokból importált piritet továbbadta különféle kénsavgyártó cégeknek Németországban, majd a piritpörknek nevezett vas-oxidos maradékot visszavette, s abból hidrometallurgiai úton rezet, cinket és sok más fémeket, köztük galliumot állított elő [7]. 1960 és 1980 között ezzel az eljárással kisebb mennyiségű galliumot állítottak elő, de az 1980-as években ezt a fajta színesfém-kohászati eljárást leállították, ahogy a kénsavgyárak a pirit helyett átálltak az elemi kénből történő kénsavgyártásra.

Előállítás más nyersanyagokból

Az amerikai Utah államban egy vas-oxidos előfordulás 0,04% galliumtartalmú. Az aprított ércet kén-dioxidot és folyópátot is tartalmazó kénsavas oldattal kezelik. A kioldási művelet után oldatlanul maradt szennyezőket elválasztják; majd az oldatból a rezet vas adagolásával kicementálják és elkülönítik. A kioldás során beoldódott germániumot H_2S -dal szulfidos csapadék alakjában leválasztják, s a precipitátumot elkülönítve, majd továbbfeldolgozva, a Ge-ot germánium-dioxid formájában kinyerik. A galliumot, cinket és vasat tartalmazó oldatot oldószeres extrakciós műveletekkel dolgozzák fel, miközben a gallium és a cink a szerves fázisba kerül, míg a vas a vizes fázisban marad. A galliumot és a cinket a szerves fázisból újból extrahálják, majd ebbe a vizes oldatba ammóniát injektálnak, hogy a gallium-hidroxidot kicsapják. Elválasztás után ezt még tisztítják, és elektrolízissel 99,999%-os tisztaságú gallium fémeket nyernek. Ezt az eljárást a Utah állambeli Saint George melletti Saint George Bányavállalat (Saint George Mining Corporation) alkalmazza (6. ábra).



■ 6. ábra. Vasércből (Utah, 1986) kiinduló galliumkinyerés folyamvázlata

Tisztítás

A gallium legtöbb felhasználása legalább 6N vagy 7N tisztaságú galliumot igényel. A nyers galliumot két lépésben tisztítják: az első lépésben 99,99%-os tisztaságú galliumot állítanak elő, majd a második lépésben a fémét tovább tisztítják a kívánt nagy tisztaságú gallium eléréséig. A folyékony galliumot először átszűrjük, majd vákuum alatt felmelegítjük/hőkezeljük. Ezután a szennyezők mennyisége tovább csökkenthető többszöri sósavas átmosással. A nagy tisztaságú fém előállításának legfőbb módszere a gallium oldadék tisztítása kristályosítással. A megfelelően vezetett kristályosítás során a szennyezők a folyadék fázisban maradnak, és nem szennyezik a gallium kristályt. Az átkristályosítást addig ismételjük, míg a kívánt tisztaságot el nem érjük.

Egy másik módszer szerint a galliumot gallium-trikloriddá alakítják, amit aztán zónás olvasztással finomítanak. A tiszta halogén vegyületből elektrolízissel nyerik ki a nagy tisztaságú gallium fémét.

Alkalmazások

A 99,99% tisztaságú galliumot általában egy harmadik fél finomítja tovább 6N vagy 7N minőségű terméké, mielőtt a végső felhasználási területre kerül. A nagy tisztaságú galliumot széles körben felhasználják az adalékos félvezetőkben és a tranzistorhoz hasonló elektronikai eszközökben. A Mn^{2+} ionnal és hasonló, más kétértékű ionokkal 'szennyezett' magnézium-gallátot az ultraibolya sugárzással aktiválható, fénykeltő foszforokban kezdik a gyakorlatban is alkalmazni. A

gallium könnyen képez ötvözeteket sok fémekkel, és az ilyen alacsony olvadáspontú ötvözetek egyik komponenseként is felhasználást talál a gallium.

A gallium-arsenid (GaAs) fontos félvezető, melyet kiterjedten használnak a mikrohullámú integrált áramkörök, az infravörös fényt emittáló diódák és a lézerdiodák gyártásában. A GaAs képes az elektromosságot közvetlenül, adott hullámhosszú fénné átalakítani; s néhány elektronikai jellemzőjét tekintve felülmúlja a szilíciumot. A gallium-arseniddal működő eszközöket nagyobb teljesítménnyel üzemeltethetjük, mint a hasonló szilíciumos eszközöket, mivel a GaAs-nek nagyobb a letörési feszültsége. Ezek a tulajdonságai tették a kapcsolástechnikában a GaAs-t a mobiltelefonok, műholdas kapcsolatok, mikrohullámú ponttól-pontig kapcsolatok és néhány radar rendszer elsőszámú alkotóelemévé. A gallium-arsenid esetében egy másik fontos felhasználási terület a nagy átalakítási hatásfokú napelem. A gallium-arsenidet germániummal és indium-gallium-foszfiddal keverve megvalósítható a hármas csatlakozású napelem, amelynek hatásfokcsúcsa 32% felett van. Ilyen napelem hajtotta a Mars felszínét kutató robotokat.

A gallium és a neutrínó

Körülbelül 100 tonna gallium-kloridot ($CaCl_2$) használtak fel a Gallium Neutrínó Observatórium felépítéséhez Közép-Olaszországban, az Abruzzo vidéken, L'Aquila közelében, hogy megfigyelhessék a neutrínókat, amelyek a magfúzió során keletkeznek a Napban, ahogy 1938-ban a német fizikus, Hans Bethe és társai feltételezték. A céltartályt és a számláló berendezést 2912 méter mélyen helyezték el a föld alatt. A zavaró kozmikus sugárzásoktól a sziklás fedőréteg óvja a detektort. Egy hasonló kísérletet végeznek a föld alatt a Sudbury bányákban, itt azonban nehézvizet használnak a neutrínók detektálására.

A gallium a periódusos rendszerben

Habár Mengyelejev elég jól meg tudta becsülni a gallium atomtömegét, sűrűségét, olvadáspontját és vegyértékét az alumínium és az indium jellemzői alapján, azonban a gallium és az alumínium kémiai tulajdonságai nagyon különböznek egymástól. Míg a gallium relatív eloszlása a földkéregben $1,5 \cdot 10^{-3}\%$, addig az alumínium

mé 8,1%. Azon téves állítást, miszerint a gallium és az alumínium kémiaiilag hasonlóak – többek között – a következő példák cáfolják (7. ábra):

- Míg a galliumot sóinak vizes oldatából elektrolízissel le lehet választani, addig az alumíniumot nem.
- Az oltókristályos precipitáció során a gallium az alumínium-hidroxiddal nem képez csapadékot.
- Míg a gallium-hidroxid ammónium-hidroxidban oldható, addig az alumínium-hidroxid nem.
- Az alumínium olyan fém, mely képes könnyen leadni legkülső elektronhéján lévő három vegyértékelektronját, miáltal nemesgázszerkezet alakul ki, viszont a gallium erre nem képes, mivel ha a három külső elektronjától megszabadul, akkor egy 18 elektronból álló héjat formál, mely nem felel meg a nemesgázszerkezetnek.

Összefoglalás

A galliumot először a cinkelőállítás desztillációs maradékából és a litopon színező pigmentgyártás kapcsán állították elő. A cinkkohászatnak a fokozatos átállásával a kalcinálás–kioldás–elektrolízis útvonal szerinti kinyerési technológiára, a gallium-

kinyerés súlypontja is áttevődött a vas-oxidos ércfeldolgozás lúgzási maradékából történő előállításra. Ezzel egyidőben fejlesztették ki a bauxitból történő galliumkinyerés technológiáját. A gallium-arsenid előállítás, illetve felhasználás növekedésével szükségessé vált a nagytisztaságú gallium gyártásának, valamint a gallium-feldolgozás ipari hulladékai újrahasznosításának is a hasonló mértékű fejlődése.

Irodalom

1. Weeks, M. E.: Discovery of the Elements, Journal of Chemical Education, pp. 643-649, Easton, PA 1968
2. Schreiter, W.: Seltene Metalle, volume 1, pp. 221-264, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1963
3. Thompson, A. P. – Harner, H. R.: A Byproduct Metal. J. Metals 91-94 (1951) February
4. Krammer, D. A.: Gallium and Gallium Arsenide: Supply, Technology, and Uses. US Bureau of Mines, Information Circular 9208 (1989)
5. Arima, H. – Kudo, Y.: Autoclave Application for Zinc Leach Residue Treatment by Akita Zinc Co. Ltd., pp. 949-963. In: Collins, M. J. – V. G. Papange-

lakis (eds.): Pressure Hydrometallurgy 2004, Canadian Institute of Mining, Metallurgy, and Petroleum, Montreal 2004

6. Bielfeldt K. – Laspeyres, M.: Die Gewinnung des Galliums als Nebenprodukt der Aluminiumoxyderzeugung. Erzmetall 12 (4), 173-178 (1959)
7. Habashi, F.: The Recovery Empire Built on Fool's Gold, Eng. & Ming. J. 170 (12), 59-64 (1969)
8. Habashi, F.: Aluminium and Its Position in the Periodic Table. Education Chemistry (Bombay) 11 (2), 18-24 (1994)

További forrásművek:

- Einecke, E.: Das Gallium, Leipzig 1937
- Greber, J. F.: Gallium. In: Habashi F. (ed.): Handbook of Extractive Metallurgy, vol. 3, Wiley-VCH, Heidelberg, Germany 1997, pp. 1523-1530.
- Sheka, I. A. – Clans, I.S. – Mityureva, T.T.: The Chemistry of Gallium, Elsevier, Amsterdam 1966
- Zelikman, A.N. – Krein, O.E. – Samsonov, G.V.: Metallurgy of Rare Metals, pp. 336-349, translated from Russian by Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1966. Available from US Department of Commerce, Springfield, Virginia

SZARKA JÁNOS

A magyar magnéziumkohászat múltja és jövője

Áttekintjük a hazai magnéziumkohászat eddigi történetét, közöljük a cikkíró által tudott úttörők nevét, az elért eredményeket, és a 2. rész végén javaslatot teszünk a Tamás István kohómérnök által feltalált HUNMAG eljáráson alapuló magyar magnéziumkohászat megvalósítására.

Szarka János okl. technológus kohómérnök középiskolai tanulmányait a diósgyőri Kohászati Technikum öntőtagozatán fejezte be. 1959-ben a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen szerezte meg oklevelét. Ezután az Aluterv technológus tervezőjeként a Kőbányai Könnyűfémmű fóliaüzemének, majd 1962-től a Székesfehérvári Könnyűfémmű szélesszalag hengerművének tervezésében vett részt. Az Alutervtől történt nyugdíjazásáig a magyar alumíniumipar szinte valamennyi félgyártmány üzemének tervezésében részt vett. Ezen kívül aktívan közreműködött a hazai magnéziumkohászat újraindítását célzó tervek készítésében is. Számos szakvélemény és tervtanulmány készítésében működött közre. A jelen cikkben újra szót emel a magyar magnéziumkohászat megindítása érdekében.

A kézirat 2007 júniusában érkezett szerkesztőségünkhöz.

1. A magnézium előfordulása és előállítása

A magnézium a földkéregben található elemek közül ld. [2] 38% részesedéssel a 8. helyen áll, de színállapotban azért nem fordul elő, mert vegyületei igen stabilak. A természetben előforduló vegyületei a szilikátok (olivin, serpentin, zsírkő, foszterit, azbeszt, tajték, talkum), karbonátok (dolomit, magnezit), szulfátok (kieserit, kainit, langbeinit, schönit, sztrakanit, eponit) és kloridok (bischofit, karnallit, brucit, tengervízben oldott kloridok).

A magnéziumot 1775-ben Joseph Black fedezte fel. Vegyületeiből először 1808-ban Humphrey Davy különítette el, de tömör formában csak 1831-ben Antoine Alexandre Brutus Bussy tudta

előállítani olvadt magnézium-klorid elektrolízisével. Máig ez képezi az elektrolitikus magnéziumgyártás alapját. Az eljárás hátránya, hogy veszélyes klórgáz és súlyosan mérgező dioxin keletkezik.

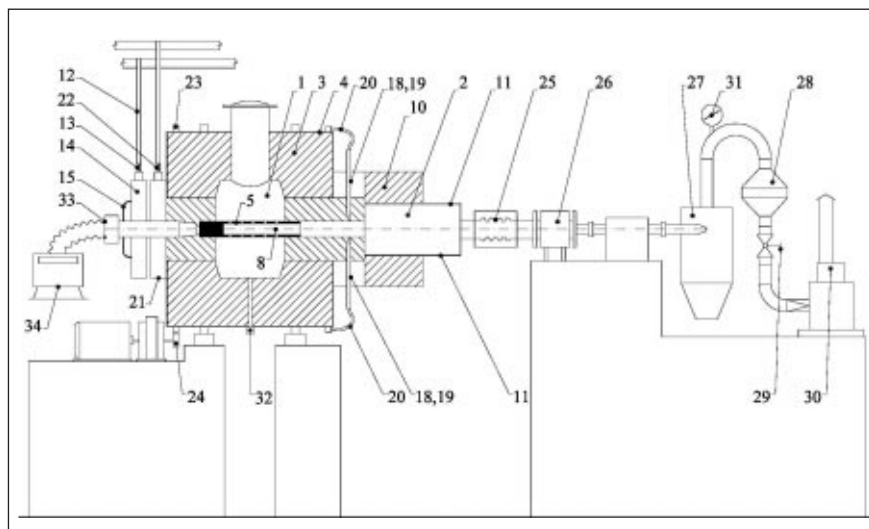
Egyszerűbbek a termikus (pirometalurgiai) eljárások, amelyek magnézium-oxidból redukálóanyaggal magas hőmérsékleten vákuumban nyerik ki a magnéziumot. A magnézium csak olyan elemekkel sziníthető, melyek oxidjai magas hőmérsékleten és vákuumban stabilabbak a magnézium-oxidnál. Ilyen anyagok a C, Si, Al, Ca, karbidjaik (SiC , Al_4C_3 , CaC) és ötvözeik (SiAl , SiCa , SiAlCa , FeSi). A termikus eljárásokat a redukáló anyagról nevezték el karbo-, karbido- és szilikotermikus eljárásnak.

A karbotermikus eljárásban az égetett dolomit és karbon keverékét őrlés és brikettelés után 1800–2000 °C hőmérsékleten szinítik, és az igen gyors hűtés miatt keletkező magnéziumpor rendkívül piroforos, ezért veszélyes.

A 75–80% Si-tartalmú ferroszilíciumot alkalmazó szilikotermikus eljárás alapul az I. G. Farbenindustrie által 1935-ben kifejlesztett (a [25] forrásból kimaradt) szakaszos üzemű, belső villamos ellenállás fűtésű, forgódobos vákuumkemencében és a Lloyd Montgomery PIDGEON által 1942-ben kipróbált külső fűtésű vákuumretortában történő magnézium szinítés. Ezeknél 1 t Mg előállításához 9,3 t alapanyag szükséges (ebből 8,2 t dolomit és 1,1 t FeSi).

A II. világháború után valósították meg a MAGNETHERM folyamatos magnéziumgyártási eljárást, amelynél 1 t magnézium előállításához lényegesen több, 16,7 t alapanyag (ebből 14,0 t dolomit, 1,5 t bauxit és 1,2 t FeSi) és magasabb, 1600 °C hőmérséklet szükséges.

Létezik még a [25] forrásban szintén nem említett, hajdan volt Vasipari Kutató Intézetben (Vaskut) Tamás István, magyar kohómérnök által feltalált és HUNMAG eljárásnak nevezett merőben új, salakmentes magnézium- (és kalcium-) gyártási eljárás is ([22],[23],[24]), amely alapját képezhetné a hazai magnéziumiparnak. Eszerint 1 t magnéziumtömb előállításához csak 10,1 t alapanyag (ebből 9,0 t nyers dolomit és 1,1 t FeAlCa(Fe) redukáló anyag) és alacsonyabb, max. 1500 °C hőmérséklet szükséges. A szinítés végterméke a hasznos Mg (vagy Ca) és portlandcement klinker. Környezetszennyező csak a dolomitégetéskor felszabaduló CO_2 és az



■ 1. ábra. Az első hazai kísérleti berendezés általános vázlata

egyéb, rendkívül kis mennyiségű illóanyagok.

A [25] forrás szerint ~22 évvel ezelőtt az egyes eljárások részesedése: olvadékelektrolízis 70%, MAGNETHERM-eljárás 20%, egyéb eljárások 10%. Ha ezek az arányok 2003-ban is fennálltak, akkor a három eljárással termelt magnézium mennyisége kerekén 350, 100 és 50, összesen 500 kt volt.

2. A hazai magnéziumgyártás vázlatos története

A magyar kormány rendeletére 1937-ben a M. Kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékén végzett vizsgálatok bizonyították, hogy Magyarország világviszonylatban is jelentős mennyiségű és magnéziumgyártáshoz kiváló minőségű dolomit- vagyonnal rendelkezik.

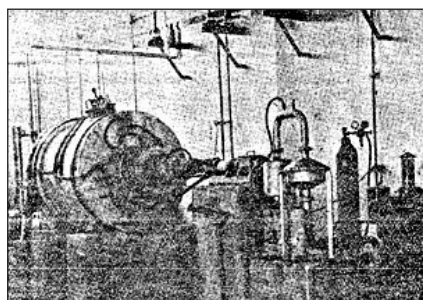
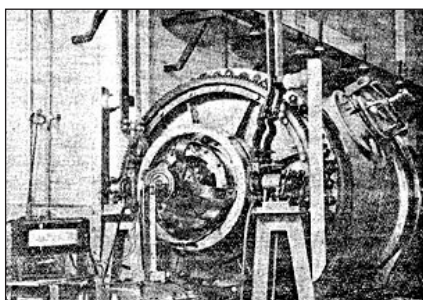
A magyar kormány először 1941-ben *Jakóby László* olaszországi (bolzanói) tanulmányútja után határozta el acélretortás, szilikotermikus eljárás alapuló magnéziumkohászat megteremtését ajkai telephellyel. Ezt a tervet elvetették, és 1944-ben Diósgyőrről állítottak fel 5 db I. G. Farbenindustrie-féle belső villamos ellenállás fűtésű, forgódobos vákuumkemencét. Ez az üzem a [26] forrás szerint viszont a háború után leszerelték, és jóvátételi szerződés értelmében a Szovjetunióba szállították.

A háború után az 1949-ben alapított Fémipari Kutató Intézetben (Fémkut) nagylaboratóriumi, belső villamos ellen-

állás fűtésű, forgódobos vákuumkemencében kezdték el a magnéziumgyártási kísérleteket.

E kísérletek eredményei is hozzájárultak ahhoz, hogy – 10 évvel a diósgyőri beruházást követően – 1954-ben a KGM (Kohó- és Gépipari Minisztérium) javaslatára elhatározták az I. G. Farbenindustrie-féle belső villamos ellenállás fűtésű, forgódobos és a Pidgeon-rendszerű kanadai retortás magnézium szinítő kemencén alapuló üzem létesítését, hogy közülük az üzemi kísérletek során esetleg szükségessé váló módosítások végrehajtása után az egyik a nagykapacitású magnéziumkohó termelőegysége lehessen.

A kiviteli terveket az 1955. január 1. hatállyal alapított Aluterv (Alumíniumipari Tervező Intézet) készítette. Az intézet a Maszobal Rt., a DTI (Dunavölgyi Tervező Iroda), a Délkelet-európai Iparfejlesztő Rt., a Köfém (Könnyűfémipari Beruházó Iroda), a Köterv (Könnyűfémipari Tervező Iroda) és az Iparterv 9. sz. Iroda összevonásával jött létre (kezdő létszám 87 fő, ebből műszaki 76 fő). A terveket készítették: *Láng Jenő* létesítményi főmérnök, *Baumann* (későbbi neve: *Bánáti*) *Sándor* és *Laboda Sándor* technológustervező, *Szulyovszky Andor* és *Jakóby László* szakértő, *Blahó István*, *Fekete István*, *Rumpler Nándor*, *Tárnok Sándor* és *Vajay László* gépészt tervező, *Obrecán László* építésztervező, *Tóth László* villamostervező, *Varga László* statikustervező és *Fülöp Elemér*, a kísérleti üzem vezetője (az alapítólevél értelmében az ALUTERV jogosult volt alumíniumötvöző anyagokat előállító üzemek tervezésére is).



■ 2. és 3. ábra. A berendezés árambevezető és kondenzátor felőli képe

A kivitelezést mintegy 50 hazai vállalat igen feszített ütemben végezte. Az üzembe helyezés 1958-ban történt, és 1959-ben már 100 t magnéziumot állítottak elő. Sajnos az igen feszes termelési terv miatt az eredetileg előirányzott kísérletsorozat nyugodt végrehajtására soha sem kerülhetett sor. A [19], [20], [21] és [26] irodalomból is kiderül, hogy a problémákat az akkori résztvevők nem egyformán ítélték meg. Az apci üzemmel a 4. fejezetben foglalkozunk részletesebben.

Ezt a kísérleti üzemet felsőbb szervek utasítására 1964 áprilisában leállították, még az évben felszámolták, és helyén alumínium kokilla öntödét létesítettek.

Ezután, a már megszerzett ismeretek birtokában (a Vaskutban) folytatták a szilikotermikus eljárás továbbfejlesztésére irányuló kísérleteket. A kísérletek eredményeképpen Tamás István kohómérnök, az apci kísérleti üzem volt dolgozója feltalálta és HUNMAG eljárásnak nevezte el a merőben új és egyedülálló salakmentes, magnézium és cementklinker, illetve kalcium és cementklinker gyártási eljárást [22].

A HUNMAG eljárás még gazdaságosabbá tétele céljából folytatott kutatások eredményeképpen 1982-ben megszületett a – legnagyobb költségtényezőt képező – Si-alapú komplex ötvözetek előállítására alkalmas eljárás is, amellyel a HUNMAG eljáráshoz szükséges ideális SiAlCa(Fe) komplex ötvözet a hazai alacsony fűtőértékű szenek részbeni hasznosításával gazdaságosan állítható elő.

Fontos tudni, és emlékeztetbe vésni, hogy minden szilikotermikus magnéziumgyártási eljárásban a nyers dolomit égetésekor felszabaduló üvegházhatást fokozó CO₂ tömege közel egyenlő a magnézium színítése után a kemence redukciós munkaterében visszamaradó anyag tömegével. Minthogy a HUNMAG eljárás szerint a kemencében maradó anyag hasznos cementklinker, a többi eljárásban pedig

haszontalan salak, ezért a környezetkárosító anyagok mennyisége minden más fémtermikus magnéziumgyártási eljárásban kereken kétszer annyi, mint a HUNMAG eljárásban. Ezért jogos megállapítás, hogy a HUNMAG eljárás világszenzáció, ezért, vagy ennek ellenére ez sem kerülhetett el balsorsát!

A HUNMAG eljárás legolcsóbban a meglévő cementgyárakban valósítható meg úgy, hogy valamely égetőkemencét nyers dolomit égetésére állítják át. Az égetett dolomit ~24%-a a kinyerhető magnézium, amely jól és sokféle termékkel dolgozható fel ([1], [7], [8], [10], [11], [13], [25] stb.).

A magyar magnéziumkohászat feltámasztására 1987. február 2-án csillant fel a remény, amikor a Metalloglobus Fémipari és Termelőeszköz Kereskedelmi Vállalat (Budapest, XIII. Jász u. 5.) a Palotai Építőipari Szövetkezet (Budapest, VII. Csányi u. 4.) keretében működő, Bánáti Sándor gépészmérnök vezette KOMPLEX Szakcsoporttól ajánlatot kért a Cement és Mészmű Vállalat Tatabányai Gyára telephelyén létesítendő 21 kt kapacitású magnéziumkohó döntéselőkészítő tanulmányának készítésére. A tanulmányt 3 hónap alatt Tamás István feltaláló, Bánáti Sándor irodavezető, Nagy József létesítményi főmérnök, Szulyovszky Andor szakértő, Szarka János technológustervező, Balog Ferenc gépésztervező, Tóth László villamos-tervező, Vedres László építésztervező és Porkoláb Zsuzsanna közgazdász készítette.

A terv 21 kt magnéziumtömb hazai alapanyagból magyar szabadalommal védett eljárással, de külföldi részvétellel vámszabadterületen létesítendő gyárban történő előállítására vonatkozott. A fejlesztési költség 3,5 (mai áron 9-10) Mrd Ft, az értékesítési nyereség 1 Mrd Ft, a devizahozam 20,5 M USD, a megtérülési idő 3,5 év lett volna, ha a gyár a volt Tatabányai Cementgyár telephelyén 3,75 év alatt

1 ütemben valósult volna meg (zöldmezőn a fejlesztési költség 0,9-1,1 – mai áron 2-3 – Mrd Ft-tal több lett volna). Tekintve, hogy az importgép költség elérte a 10%-ot, a belföldi magnéziumtömb-felhasználás pedig nem haladta meg a 10%-ot, ezért mind a finanszírozásban, mind az értékesítésben külföldi partner részvételére lett volna szükség [23].

A 21 kt kapacitású Tatabányai Magnéziumkohó 21 db 1000 t/év kapacitású forgódobos kemencéből állt volna. Ez indokolta, hogy az 1. ütemben csak 3 kemencéből álló üzem épüljön, és ha ez beválik, csak utána épüljön ki egy vagy két ütemben a teljes kapacitás.

Minthogy Magyarországon 1964-ben megszüntették a magnéziumgyártást, a HUNMAG eljárást csak laboratóriumi méretekben lehetett kipróbálni. Ezért szükség volt egy, a korábbiak minden hibájától mentes, új kísérleti kemencére, amelyet Tiszavárkonyban, a Szintetikus Magnezit Kísérleti Félüzem területén terveztek felállítani, mert ott dolomitégetésre is alkalmas (magnezitégető) kemence volt.

A cégalapítások burjánzásakor gyorsan változott a HUNMAG-eljárás megvalósításában közreműködők neve is. Az 1987-ben alakult MESTER-GLOBUS Termelőszervező és Kereskedelmi Leányvállalat (Budapest, XII. Szilágyi Erzsébet fasor 24.) és az ÖSSZHANG Általános Tervező és Kivitelező Kisszövetkezet (Budapest, VII. Csányi u. 4.) között 1987. szeptember 3-án létrejött szerződés értelmében év végére (4 hónap alatt) készült el az új színítő kemence előterve, és zsúrízése után a kivitelitervdokumentációja. A tervet Tamás István feltaláló, Szarka János technológus-tervező, Herényi Károly, Hazlach Lajos, Jakkel János, Kacz István, Makádi István és Schrammel Jánosné gépésztervező, Fehér Lajos, Hegedűs György és Pete András villamostervező, Temesszentandrás András falazattervező, Kardos László és Kardos Lászlóné építésztervező készítette.

A színítő kemence gépészeti terveinek egyeztetése a kivitelező Mátraaljai Szénbányák Petőfibányai Gépüzemében 1988. január 22-én volt, de a kivitelezésre már nem került sor.

3. Az első hazai magnéziumkohó

A háború után az 1949-ben alapított Fémipari Kutató Intézetben (Fémkut) hazai dolomitból szilikotermikus eljárással az 1.

ábrán vázolt és a 2. és 3. ábrán látható forgódobos, belső villamos fűtésű vákuumkemencével végezték a magnéziumgyártási kísérleteket.

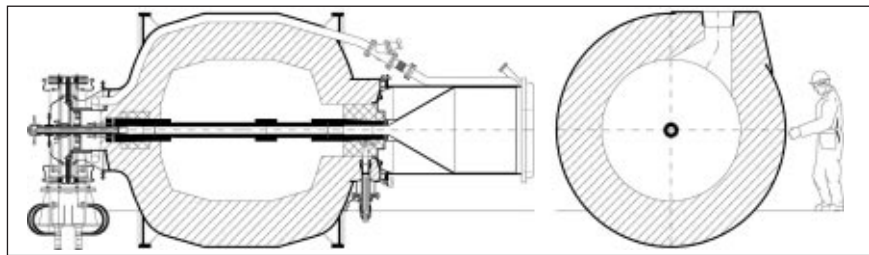
A berendezést Szulyovszky Andor – Czákó Károly: „A forgódobos, kísérleti magnéziumszinítő kemence” c. leírás alapján vázlatosan ismertetjük.

A kemence munkatere (1) redukciós és (2) kondenzációs térből állt. A redukciós tér mérete 500×200 mm, amit (3) magnetit, samott, termalit bélés és (4) acélköpeny burkolt. A kemence fűtése az (5) műszén (grafit) elektródával történt, amelyet csúszós illesztéssel fogtak be a (6) és (7) elektródafejbe. A fűtőelektróda (8) csőszerű részén sugárirányú furatok voltak, melyeken át a redukciós térben fel szabaduló magnéziumgőz a kondenzációs térbe áramlott. A kemencetestre, oldhatóan szerelt (9) kondenzátor egyszerű acélhenger, melynek a redukciós tér felé eső (10) része hőszigetelt, ellenkező vége szabadon hűlt. A (9) kondenzátorba a (11) acélhenger illeszkedett, amely a benne lecsapódott magnéziumkristályokkal együtt eltávolítható volt.

Szabályozható transzformátor hiányában a 15 és 30 kW teljesítményű, párhuzamosan kapcsolt motordinamó szolgáltatva fűtőáramot a (12) sínéről rúgóval rászorított (13) szénbronz kefék vezették a kemencetesttől elszigetelt (14) áramvezető gyűrűre, erről pedig a (15) flexibilisekkel a (16) vízűtésű áramvezető csőre, amely a (17) hőálló acélkúppal csatlakozott az (6, 7) elektródafejbe. Az (5) elektródán áthaladó áramot az (7) elektródafejből a (18) hőálló acélkúp, a (19) vízűtésű rézcső és a (20) rézkábel vezette a kemencetestre, erről a hozzá csatlakozó (21) áramvezető gyűrűre. Az áramkör a (22) szénbronz keféken keresztül záródott.

A kemence irányváltó forgatását motorhajtóművel, a (23) és (24) fogaskeréppárral oldották meg. A két futógyűrűvel négy szabadonfutó görgőre támaszkodó kemence 3,5 percenként fordult egyet.

A (25) vákuumvezeték a kondenzátor végébe csatlakozott. A forgó kemence és az álló vákuumszivattyú között az összeköttetést az (26) olajzáros tömszelencére valósították meg. Hasonló volt a hűtővíz be- és elvezetés megoldása is. Az adagolás után „vákuumbiztosan” lezárt kemencéből evakuáláskor elragadott durvább részecskéket a (27) ciklon, a finomabbakat a (28) fémgyűrűs porszűrő választotta le.



■ 4. ábra. Az apci forgódobos kemence metszete (vákuumrendszer, adagolótartály, záródugó és hajtási rendszer stb. nélkül)

A kemencét az (29) olajzáros csappal zárták el a 175 m³/h teljesítményű, 2,66 Pa végnyomású (30) vákuumszivattyútól.

A vákuumot a (31) nyújtott skálás higanyos manométer mérte. A skálaosztás 1-20 torr (133-2666 Pa) között 0,1 torr (13,3 Pa) volt.

A mért hőmérsékletet a (32) Pt-PtRh hőelem két sarkáról a (33) rézgyűrűbe, innen pedig a (34) műszerbe vezették.

A kísérleti kemence üzemmenete a következő volt:

A szokásos összetételű 600 °C-ra melegített briketteket az 1100-1200 °C-ra hevített redukciós munkatérbe adagolták (a szinítés hőmérsékletét az határozza meg, hogy 1 bar nyomáson a magnézium forráspontja 1107 °C, a kristályosítást pedig az, hogy dermedéspontja 650 °C). Egy adag tömege 30-35 kg volt. Az adagolónylás lezárása után a nyomás 1-2 perc alatt 2,66 kPa-ra csökkent, további 15-25 perc múlva – a brikett nedvesség- és gáztartalmától függően – elérte a 67-333 Pa szinítési nyomást. A kísérletek során a kondenzátor hőmérséklete 450-500 °C, a szinítés időtartama 1200 °C redukciós hőmérsékleten 3,5-4,0 h volt. Ezután a kemencét leállították, adagolónylását kinyitották, és ingaszerű mozgattal gravitációsan kiürítették. A salak túlnyomórészt eredeti alakú brikett volt, kis része porlódott. Ürités után a kemencét adagoló állásba forgatták, és a folyamatot ciklikusan ismételték. Az ürités és újraadagolás időtartama 7-14 perc volt.

Három egymást követő adag szinítése után a 12-13 kg magnéziumkristállyal megtelt 0 210×250 mm-es, 8,66 liter űrtartalmú kondenzátort eltávolították, és üressel cserélték ki. A kondenzátorcseré és adagolás időtartama 30-40 perc volt.

Adagolás és kondenzátorcseré alkal-mával a levegő bejutását argongáz árammal akadályozták meg. A kemence villamos teljesítménye a hőegyensúly beállta után 16-19 kW, a fűtőáram feszültsége 9-

14 V, áramerőssége 1,7-2,0 kA volt.

A kísérletekből megállapították, hogy:

- A mellékidő a termelésidő 5%-ánál rövidebb.

- A villamos energiafogyasztás min. 15, átl. 18 kWh/kg.

- A termelt magnézium tisztasági foka 98,6-99,5%.

- Az adag magnéziumtartalmára vonatkozó kihozatal max. 90, átl. 78%.

- A kondenzátorban képződő kristályok tagoltsága a nyomás és hőmérséklet függvényében változott (a megfigyelések nagyrészt alátámasztották Betchermann, Pidgeon és Straumanis korábbi megfigyeléseit).

- A szénelektróda néhány üzemóra alatt grafitosodott, ezért ellenállása 27-ről 17 Ω/mm²/m-re csökkent.

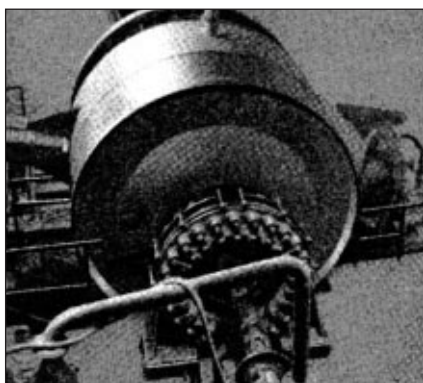
4. Az első kísérleti magnéziumgyár (Apc, Heves megye) üzemi tapasztalatai

Az 1955-ben alapított Aluterv tervezőinek a szűkre szabott beruházási keretek miatt az anyagmozgatás, rakodás, szállítás és anyagelőkészítés gépesítésének rovására, elsősorban a kétféle szinítőkemence üzembiztos szerkezeti megoldásaira kellett nagy gondot fordítani. Ezért az 1958-ban üzembe helyezett üzem a primitív kiszolgálás jellemezte, és az üzemeltetés minden tekintetben magán viselte az adott korra jellemző jegyeket [21]. A továbbiakban röviden ismertetjük a fontosabb üzemeltetési tapasztalatokat.

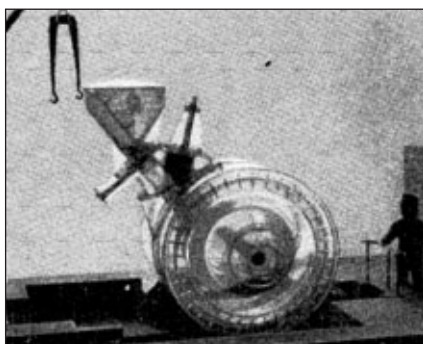
4.1. Az anyagelőkészítés tapasztalatai

- Az eredeti terv szerint előírták, hogy a dolomit szemcsék élhossza 30 mm-nél rövidebb legyen. Ezt a pilisvörösvári bánya nem tartotta be, mert 100-150 mm élhosszúságú darabok is előfordultak, amelyek rendre a kalcináló kemence, tányéros adagoló és a később beépített adagolósíga üzemzavarát okozták.

- Kalcinálásra az eredetileg tervezett jobb



■ 5. ábra. Az árambevezető oldal



■ 6. ábra. A vákuum alatti adagolás és ürtítés makettje.

- hatásfokú magas nyomású olajégő helyett alacsony nyomásút használtak, ezért a fajlagos olajfogyasztás a tervezett 75 kg/h helyett 100-110 kg/h lett.
- A kalcináló kemencéből távozó anyag hűtésére az eredetileg tervezett hűtődob nem vált be, ezért vízhűtésű csigát terveztek és gyártottak, de nem szerelték be.
 - Az 1961. évi technológia szerint a ferroszilíciumot a dolomittal darabos alakban keverték össze, majd angol gyártmányú rudas malomban őrölték. Az őrleményben a ferroszilícium részaránya $\pm 5\%$ -kal ingadozott.
 - A kísérleti üzem legszűkebb keresztmetszete a brikettezés volt. A max. 100 MPa fajlagos nyomású, angol brikettprés jól ellátta feladatát, de a brikettek keménysége nem volt kielégítő. A javasolt második, 150 MPa nyomású brikettprést azonban nem szerezték be.
 - Az eredeti technológiai terv szerint a briketteket 800-900 °C-on kellett volna szárítani – a kalcinálás után felvett nedvesség és gázok eltávolítása céljából –, de a valóságban a brikettek a vörös izzást sem érték el. Már akkor ismertté vált irodalmi adatok szerint a brikettekben 600 °C felett magnéziumszilicid képződik, amelytől a brikett keménye-

dik, de a folyamat csak 1000 °C hőmérsékleten ér el kielégítő sebességet. Heyles lett volna 1000 °C felett keményíteni a brikettet, de erre nem került sor.

- A bödönökben szárított (keményített) briketteket – hűlés után – a retortás kemence számára papírsákba, a forgódobos kemence részére adagoló tartályba ürítették.

4.2. Az apci retortás kemencével szerzett tapasztalatok

A kemencét 1958 őszén helyezték üzembe, és 1961 júniusában retortánként napi 28-30 kg, 4 retortában 110-120 kg magnéziumkristályt termeltek. Ha csak napi 100 kg kristálytermelést számítunk, akkor ez havonta 3 t, 10 hónap produktív id. alatt 30 t/év adódik (90% kihozatal esetén ez 27 t/év tömbtermelésnek felel meg).

A legtöbb problémát a retorták nem kielégítő minősége okozta. A $\sim 18\%$ Ni és 26% feletti Cr-tartalmú retorták élettartama 4-120 nap között változott (a rövid élettartam oka mindig öntési hiba volt). Kipróbálták az alumíniummal beszórt, és az ún. bauxittermizált retortákat is. Ezek élettartama max. 14 nap, de költsége a CrNi-ötvözetnek csak 1/6-a volt. Végül azt tervezték, hogy a 30 mm vastag retorták külső részét 10 mm vastagságban CrNi-ötvözetből, a belső 20 mm-t közönséges acélból, centrifugális öntéssel készítik. Azt tapasztalták ugyanis, hogy a 20 mm-re vékonyodott retorták behorpadtak, ezért a kettős minőségű retorták – azonos élettartam esetén is – lényegesen olcsóbbak lettek volna.

A retortás kemence olajfogyasztása 1 kg Mg kristályra vetítve 20-22 kg, lényegesen nagyobb volt a kanadainál (ahol földgázzal tüzeltek). A retortás magnéziumkristályok beolvasztási vesztesége 20-30% volt. Az 1961 utáni üzemi adatokkal nem rendelkezünk.

4.3. Az apci forgódobos kemencével szerzett tapasztalatok

Az Apcon megépített 5., 6. és 7. ábrán látható kemence méreteiben és a vákuum alatti adagolás, ürtítés és kondenzátorcserre megoldásában különbözött a 3. fejezetben ismertetett nagylaboratóriumi berendezéstől.

A továbbfejlesztett megoldások lényegét a [21] irodalom részletesen ismerteti (eszerint a vákuum alatti salakozást 17, az adagolást 15 és a kondenzátor feltételét

15 műveleti elemre bontották).

A bonyolult feladat megoldása eleve magában hordozta a hibák lehetőségét, és növelte a beruházás költségét.

Az elemzések azonban azt mutatták, hogy azért érdemes a bonyolultabb megoldást választani, mert

- vákuumzáras tartály alkalmazásával a szárított-keményített adag vákuumozása a bödönökből történő betöltés után azonnal, a kemencébe adagolás előtt elvégezhető (kizárva nedvességet és nitrogént),
- folyamatosan fenntartott vákuumban történő salakozás, adagolás és kondenzátorcserre alatt csak a kemence külső felületén van hőleadás, ezért e műveletek utáni pótlólagos felfűtés minimális ideig tart,
- folyamatosan fenntartott vákuumban nem következhet be az elektróda és a magnézium oxidációja, és nincs szükség védőgáz alkalmazására,
- mindezek a fajlagos energiafogyasztás csökkenését, a ciklusidő rövidülését, a termelékenységet és a gazdasági eredmény növekedését eredményezik.

Az apci forgódobos színtőkemence jellemzői és üzemelési tapasztalatai:

- A redukciós munkatér közel gömb (ellipszoid) alakú (felszíne minimális), nettó térfogata 3,5 m³ volt. A három rétegű falazat vastagsága 600 mm, az acélköpeny 20 mm. A kondenzátor ürtartalma a redukciós tér $\sim 1/5$ -e volt.
- A villamosenergia-ellátást többfokozatú, 850 kVA teljesítményű transzformátor biztosította. A kemence forgástengelyében elhelyezett műszén (grafit) elektródát egyfázisú, váltóáramú, 3 V fokozatban szabályozható és max. 80 V feszültségű sínrendszer látta el árammal.
- Az adott telephelyen a hosszú sínvezeték feszültségese 5-6 V, amely a kezdeti üzemi feszültség $\sim 25\%$ -a volt (ezt csak más telephelyen lehetett volna csökkenteni).
- Az elektródához a villamos áramot vízhűtésű rézcsővel vezették be, amely hőálló acélkúppal végződött, és ez gyakran elolvadt. A németek molibdén tűskét használtak, mert magasabb az olvadáspontja és jobb a villamosvezető-képessége. Megfelelő lett volna a wolfrám is. Ilyen tűskét porkohászati úton állítottak elő, azonban magyarországi üzem az előállítását nem vállalta. A tűske készítését ferrowolfrámból az üzem karbantartó

- műhelyében kikísérletezték. 1961-ben már vízhűtésű acéltüskével is kísérleteztek. E kísérletek végeredményét – dokumentumok hiányában – nem ismerjük.
- Az eredetileg tervezett vákuum alatti adagolás nem vált be, ezért módosították a terveket, és gyártását a Dunai Vas-műnél 1961. december 31. határidőre rendelték meg (hogyan ezután mi történt, nem tudjuk).
 - Ha az adagolószerkezet nem működött, az adagolás, salakozás és kondenzátorcsere alatt argon védőgázt alkalmaztak, ami megnövelte a költségeket.
 - A kondenzált magnéziumkristályok annál finomabbak, mennél nagyobb a hőmérséklet és mennél kisebb a nyomás. A redukciós térnyomás 67-333 MPa, a kondenzátor külső hőmérséklete 260-400 °C között változott.
 - Jelentősen lerontotta a magnézium minőségét az alacsony nyomással készített, nem eléggé tömör brikettek porlása miatt a kondenzátorba jutott por.
 - 1961 tavaszán egy újítási javaslat szerint olyan kondenzátor készült volna, amelyben a magnézium csak a gőz portalanítása után csapódott volna le (hogyan ezután mi történt, nem tudjuk).
 - A gyakorlatban 1200 °C belső hőmérséklet állandó értéken tartásához 100-130 kW teljesítményre volt szükség (az 5-35 °C között változó külső hőmérséklet, a hűtővíz hőmérséklete és mennyisége, valamint a villamos csatlakozások állapotától függően).
 - Az eredetileg tervezett fajlagos villamosenergia-fogyasztás magnéziumkristályra vonatkozóan 10, tömbre 15 kWh/kg volt. Ezzel szemben 1961. április elején 12 kísérleti nap átlaga 17, illetve 24 kWh/kg volt. Ennek oka a berendezések meghibásodása, szervezési és egyéb okok miatt állásidő alatt bekövetkező energiavesztés volt.

A [19] zárójelentés szerint 1961 első felében a magnéziumkristályra vonatkozó legkisebb fajlagosenergia-fogyasztás 7,6, a magnéziumtömbre 13,1 kWh/kg volt. Ezek alátámasztják, hogy az eredetileg tervezett 10 és 15 kWh/kg értékek elérhetőek lettek volna, ha biztosítják a zavarmentes üzemmenetet.

A forgódobos kemencében zavarmentes üzemelés és 3-szori adagolást követő kondenzátorcsere esetén napi átlagban 500 kg kristály állítható elő, ami megfelel havi 15, évi 150 t kristálynak, melyből a legkedvezőtlenebb esetben is min. 100 t tömb öntethető. A kemencével elért eredményeket tömören tartalmazza a [26] forrás is.

A szakirodalomban „magyar kemence” néven ismertté vált berendezésnél döntő előrelépés volt a vákuum megszüntetésekor a robbanásveszélyes hidrogén helyett argon nemesgáz használata. Az üzembiztonságra jellemző, hogy a kemence 6 éves üzeme alatt robbanás vagy magnéziumbegyulladás nem fordult elő.

5. A Tiszavárkonyba 1987-ben tervezett kísérleti magnéziumkohó jellemzői

A szintén belső villamos ellenállás fűtésű forgódobos vákuumkemence felépítése a 7. ábrán látható, amelyen teljes egészében kiküszöbölték a korábbi laboratóriumi és ipari magyar kemencék hibáit:

- A villamos áramot a baloldali csúszógyűrűről nem centrálisan, hanem radiálisan (lemezkiülőkön) vezették a fűtőelektrodába.
- A villamos áramot a fűtőelektrodától is radiális lemezkiülőkön kifelé, majd a kemenceköpenytől elszigetelt szalagokkal vezették vissza a jobboldali csúszógyűrűhöz (a kemencetestet nem került feszültség alá).
- A nagy keresztmetszetű áramvezetők kis áramsűrűsége miatt nem melegedtek, és nem olvadtak meg.

– A fűtőelektroda nem perforált, hanem szilárdabb és egyenletesebb árameloszlást eredményező tömör cső, ezért egyenletesebben izmolt volna.

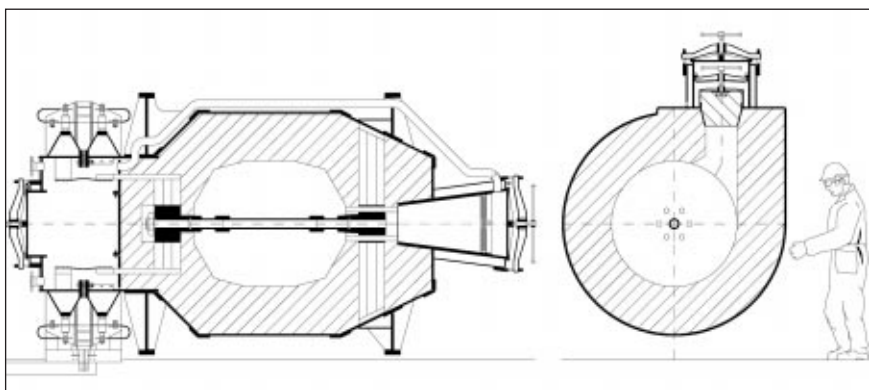
- A magnéziumgőz a redukciós munkatér végfalába tervezett furatokon távozt volna a kondenzációs térbe.
- Az 1,26 m³ nettó térfogatú redukciós munkatér falazatát 4 rétegűre tervezték. Belülről kifelé nagytisztaságú magnezit-, samott-, hab-samott téglák, és vákuumformázott kerámiaszálal lapokból ragasztott szigetelő réteg. Az áramvezető lemezkiülők közötti teret az adott helyen lévő téglák minőségű max. 5 mm szemcseméretű döngölt zúzalék tölti ki.
- Pénz hiányában nem tervezték be a vákuum alatti üritést, adagolást és kondenzátorbetét cserét, ezért e műveletek alatt folyamatos argonárammal akadályoztuk meg a fűtőelektroda és a magnéziumkristályok oxidációját.
- A tiszavárkonyi kemencébe adagolható 250 kg brikettből 50 kg magnéziumkristály és 200 kg cementklinker keletkezett volna 1300-1400 °C hőmérsékleten 6 h ciklusidő alatt (dolomitgetéskor a CO₂-kibocsátás ~50 kg lett volna).
- A kondenzátor betétet max. 4 adagból kinyerhető magnéziumkristály befogadására méretezték.
- A magnéziumkristályok téglés, indukciós kemencében tervezett olvasztására (az oxidáció megakadályozására és a magnézium tisztítására) Szolianszky-féle sötét irányoztunk el. (34% MgCl₂, 34% KCl, 24% NaCl+CaCl₂ és 8% CaF₂).
- A magnéziumolvadék tömböntését argon védőgáz alatt végezték volna.
- A kemencéből a brikettet tűzálló bélésű tartályba ürítették, és hűlés után zsákolták volna.

6. A hazai magnéziumkohászat jövője

- Kedvező feltételek között újra megkísérlelhető lenne a HUNMAG eljárás alapuló hazai magnéziumkohászat megteremtése:
- A magnéziumgyártáshoz korlátlan és megfelelő minőségű nyers dolomit rendelkezésre áll.
 - A gyártási eljárás szabadalmi leírása rendelkezésre áll (a feltaláló és / vagy jogutódja hol- és hogyanlétét és az eljárás bevezetésével kapcsolatos jogi hátteret tisztázni kell).
 - Az 1987-ben tervezett kísérleti kemence komplett építészeti, gépészeti, villamos és technológiai kiviteli tervdokumentációja rendelkezésre áll.
 - A kiviteli terveket aktualizálni kell, mert szabványok, gyártó cégek és gyártmá-

1. táblázat. A forgó szinítőkemence üzemi adatai

Megnevezés	Egység	Eredeti terv legjobb érték	1961.
Adagolás idő	óra	0,25	0,16
Vákuumelérés idő	óra	0,25	0,25
Színítési idő	óra	5,35	8,50
Salakozási idő	óra	0,25	0,25
Ciklusidő (3 adagoláskor)	óra	19,05	22,67
Fajlagos energiafogyasztás	kWh/kg	8,25	8,5
Magnéziumkristály kihozatal az adag magnéziumtartalmából			75 – 90%
Beolvasztási veszteség			30 – 40%



■ **7. ábra.** Tiszavárkonyba tervezett kísérleti kémence hossz- és keresztmetszete (kezelőpódium, üritőakna stb. nélkül)

nyok megszűntek, illetve megváltoztak.

- Teljeskörűen alkalmazni kell a korszerű tervezési módszereket, ezért új tervező-gárdát kell szervezni (a régiek egy része meghalt, a még élők sorsa ismeretlen).
- A létesíthető magyar magnéziumkohó megvalósíthatósági tanulmánya gyorsan és szakszerűen elkészíthető (a mintául szolgáló [23] döntéselőkészítő tanulmány rendelkezésre áll).

Goromba becslés szerint együttemű, ~4 év alatt megvalósítható 10 illetve 20 kt kapacitású magnéziumkohó fejlesztési költsége 10-13 illetve 15-20 Mrd Ft, a megtérülési idő ~4 év lenne. Az összes létszám ~450 illetve 750 fő, tehát egy munkahely létrehozása 16-22 M Ft-ba kerülne. A kohó az alapanyag fogadást, égetést, színtőanyaggal keverést, őrlést, brikettezést, színtést, magnéziumolvasztást, -tömböntést, valamint a magnéziumtömbök és portlandcement klinker értékesítését végezné.

A hazai magnéziumkohászat létjogosultságát alátámasztják a [25] forrás 3. táblázatában közölt magnéziumkülkereskedelmi adatok is. Eszerint 2000-ben 4870, 2001-ben 6980, 2002-ben 6667 t magnéziumot importáltunk, és ebből beföldön maradt 2322, 2472 és 2213 t, a különbözet 2548, 4508 és 4454 t volt az export. Ha volna saját kohónk, akkor a teljes importált mennyiséget saját termelésű magnéziummal válthatnánk ki.

Az egyes szektorok részesedése a Mg fogyasztásban 1986 és 2002 között a következő [23,25]:

- az alumíniumötvözetek aránya 46,7%-ról 40%-ra csökkent,
- a magnéziumötvözetek aránya 26,7%-ról 35%-ra nőtt,
- az acélipari ötvözetek aránya 9,5%-ról 16%-ra nőtt
- az egyéb célú felhasználás részesedése

17,1%-ról 9%-ra csökkent.

A hazai magnéziumkohó megvalósítása csak az első lépés lenne, amelyet a magnéziumtömbök széleskörű feldolgozása és felhasználása (öntvények és képlékenyen alakított gyártmányok, Ti, V, Zr, B és U előállítás stb.) követne.

Ezáltal hazánk gyarapodását szolgáló új iparág és sok ember boldogulását biztosító munkahely jöhetne létre.

Irodalom:

- [1] *Jakóby László:* A magnézium és ötvözetekinek olvasztása és öntése. BKL 81. évf. p303-315. 1948.
- [2] *Jakóby László:* A magnéziumkohászat nyersanyagai. BKL , p125-131 és p154-159. 1949.
- [3] *Jakóby László:* A korszerű magnéziumkohászat. BKL , p63-69. 1950.
- [4] *Jakóby László:* Újabb adatok a magnézium szilikotermikus eljárásához. BKL , p296. 1950.
- [5] *Szokolka Lajos:* A hazai dolomitok kalcinálásáról. BKL , p293-296. 1950.
- [6] *Emőd Gyula – Vajk Péter:* A cirkon szerepe a magnéziumötvözetekben. BKL, p255-257. 1951.
- [7] *Jakóby László:* A magnézium és ötvözetekinek kovácsolása. BKL p133 143. 1951.
- [8] *Jakóby László:* Magnéziumolvadékok finomítása. BKL p145-149. 1951.
- [9] *Szulyovszky Andor:* Magnézium előállítása dolomitból elektrolitikus és termikus úton. BKL p42-44. 1951.
- [10] *Jakóby László – Emőd Gyula:* A magnézium és ötvözetekinek hengerlése. BKL p145-151. 1952.
- [11] *Emőd Gyula:* Folyadék és gázállós magnéziumöntvény készítés zömítéssel.

BKL p143-144. 1953.

- [12] *Szulyovszky Andor:* A magnéziumszíntés termodinamikájának gyakorlati vonatkozásai. KL. P185-196. 1953.
- [13] *Emőd Gyula:* Magnéziumötvözetű öntvények hőkezelése. BKL p76-85. 1954.
- [14] *Szulyovszky Andor:* Megjegyzések a szilikotermikus magnéziumredukció salakkérdéseihez. BKL p326-331. 1954.
- [15] *Emőd Gyula – Németh Pál:* Ammónium-fluorid szerepe a magnézium öntészetben. KL p127-131. 1955.
- [16] *Gedeon Tihamér:* A dolomit kristályszerkezete és színíthetősége közötti összefüggés. KL p536 1955.
- [17] *Szulyovszky Andor – Czákó Károly:* Újabb adatok a szilikotermikus magnéziumkohászat ércelőkészítéséhez. KL p454-457. 1955.
- [18] *Jakóby László:* Az ércelőkészítés szerepe a magnéziumkohászatban. KL p539-543. 1955.
- [19] *Szulyovszky Andor:* Kísérleti magnéziumkohó. Zárójelentés. 1961. 06. 05. Kézirat.
- [20] *Szulyovszky Andor – Baumann Sándor:* Szilikotermikus magnéziumszíntő kemencék és üzemük. KL 1964. 2. szám
- [21] *Baumann Sándor:* Kísérleti magnéziumkohó tervezése. ALUTERV jubileumi évkönyv 1955-1965. p94-98. 1965.
- [22] *Tamás István feltaláló:* Eljárás magnézium és cementklinker vagy kalcium és cementklinker metallotermikus előállítására. 183481 lajstromszámú szabadalmi leírás, bejelentve: 1977. 06. 09., szabadalmas: Vasipari Kutató Intézet, Budapest.
- [23] *KOMPLEX Szakcsoport Tervező Irodája:* 21 kt kapacitású magnéziumkohó létesítése. Döntés előkészítő tanulmány I–II. (megrendelő: Metalloglobus) Budapest, 1987. május.
- [24] Tiszavárkonyi Magnéziumgyártó pilot üzem kiviteli tervei (cikkíró tervtárban). Megrendelő: MESTER-GLOBUS Termelés-szervező és Kereskedelmi Leányvállalat, 1987.
- [25] *Dobránszky János, Bernáth Andrea, Orbulov Imre:* Magnézium, amely könnyű, de fontosnak találtatott. BKL Fémkohászat 138. évf. 5. szám p35-40, 6. szám p33-40. 2005.
- [26] *Bódy Dezső:* Volt egyszer egy magyar magnéziumkohó. BKL Fémkohászat 139. évf. 2. szám p30-32. 2006.

JANOVSZKY DÓRA – ROÓSZ ANDRÁS

Amorf fémek

Olvadékból amorf ötvözetet először 1960-ban állítottak elő. Felfedezésük óta egyre szélesebb körben alkalmazzák ezeket az ötvözeteket, mert kedvezőek a tulajdonságaik több szempontból is. Az amorf ötvözeteknek vannak fémes tulajdonságaik, pl. jól hajlíthatók, kedvezőek a mágneses tulajdonságaik, de az üvegekre jellemzően például igen korrózióállóak. Szilárdságuk általában nagyobb, mint a kristályos anyagoké, ezért az olcsóbb alapanyagú amorf ötvözetek előállítását a cél napjainkban.

1. Bevezetés

Az ipar, különösképpen az elektronikai ipar fejlődése új anyagok felhasználását teszi szükségessé, melyek használatával a berendezések mérete csökkenthető, teljesítményük ugyanakkor növelhető. Ez a magyarázata annak, hogy egyre nagyobb erővel folynak a kutatások az amorf fémek területén. Sokan nem hallottak még az amorf fémekről, bár valószínűleg tudtuk nélkül már ma is használják videójukban, mobiltelefonjukban, laptopjukban.

A fémeket általában sokkristályos anyagnak gondoljuk, melyben a fématomok meghatározott rendben helyezkednek el, hosszú távú rendet alkotva. Az üvegekről pedig tudjuk, hogy nem tekintethők kristályos anyagnak, mert bár rövid távú – néhány atom távolságra kiterjedő – rend ezekben az anyagokban is felfedezhető, de a fémekre jellemző hosszú távú kristályos rend hiányzik (1. ábra, 2. ábra). A múlt század közepén, pontosan 1960-ban sikerült olyan arany ötvözetet előállítani, melynek szerkezete az üvegéhez volt

hasonló. Ezeket az anyagokat azóta is üvegfémnek vagy amorf fémnek (helyesebben amorf ötvözetnek) nevezzük. Az amorf fémeknek vannak fémes tulajdonságaik, pl. jól hajlíthatók, kedvezőek a mágneses tulajdonságaik, de az üvegekre jellemzően például igen korrózióállóak.

Az amorf fémekkel foglalkozó kutatók közül sokan vallják azt a némileg túlzó nézetet, hogy eddig két nagy ipari forradalom volt, a XIX. századi első nagy ipari forradalom, majd a XX. században a második, a műanyagok megjelenésekor, a XXI. században pedig eljön a harmadik ipari forradalom az amorf anyagok használatával.

Az amorf fémek előállításával, tulajdonságainak vizsgálatával kezdettől fogva foglalkoztak a magyar kutatóintézetek. A Miskolci Egyetemen működő MTA Anyagtudományi Kutatócsoport 3 éve foglalkozik Fe-alapú amorf fémekkel.

2. Amorf ötvözetek és csoportosításuk

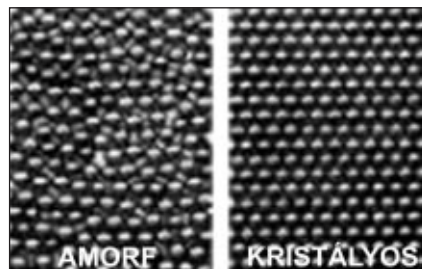
Amorf fémet olvadékból gyors hűtéssel először P. Duwez és társai [1] állítottak elő. Közelítőleg 10^6 K/s-os hűtéssel az $\text{Au}_{80}\text{Si}_{20}$ ötvözetet olvadékalapotból szobahőmérsékletre hűtve a megszilárdulásakor nem volt elég idő a diffúzió számára, nem alakult ki a fémekre jellemző hosszú távú rend, és amorf állapot alakult ki (3. ábra) [2]. Az amorf állapot kialakításához szükséges, hogy az olvadékat olyan gyorsan hűtsük, hogy elkerüljük a kristályosodásra jellemző C-görbe orrát és elér-

jük az ún. T_g – üvegesedési hőmérsékletet, ahol az olvadék szilárd halmazállapotúvá válik kristályosodás nélkül. Az amorf fémek entalpiája nagyobb, mint az ugyanolyan hőmérsékletű és összetételű kristályos rendszereké (4. ábra) [2]. Az amorf anyag sűrűsége kisebb, mint a kristályosé, sok a szabad hely benne, amit szabad térfogatnak neveznek.

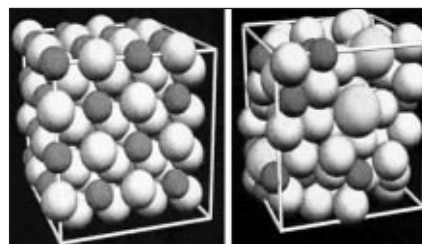
2.1. Csoportosítás az ötvözetet alkotó elemek alapján

Az „amorfizálható”, azaz amorf szerkezetűvé tehető ötvözeteket három nagy csoportba sorolják [2]:

1. csoport: Átmeneti fémeknek nemfémes elemekkel alkotott ötvözeitei (TL-M típus: late transition metal-metalloid); a Fe, Ni, Co, Cu, Ag, Au fémeknek B-ral, Si-mal alkotott ötvözeitei tartoznak ebbe a csoportba. Az ötvözetek közül azok amorfizál-



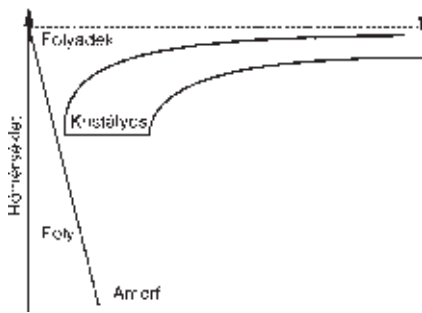
1. ábra. Az amorf és kristályos szerkezet



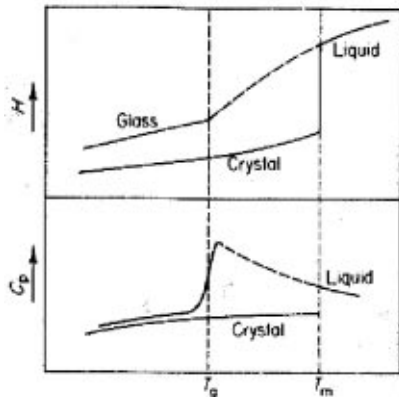
2. ábra. A Fe- (világos) és B-atomok (sötét) alkotta kristályos rend megváltozik, ha nagyobb atomátmérőjű Y-atomokkal ötvözzünk [7]

Janovszky Dóra 1983-ban szerzett oklevelet a NME kohómérnöki karán. 1988-ban egyetemi doktori címet, 1996-ban PhD fokozatot nyert. 2002-től az MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoportjának tagja. Érdeklődési területe: pormetallurgia, amorf fémek.

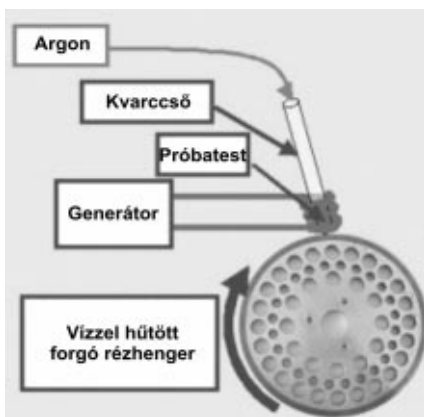
Roósz András akadémikus életrajzi adatait lapunk 2005. évi 5. számában közzéltük.



■ 3. ábra. Folyamatos hűtésre vonatkozó átalakulási diagramm



■ 4. ábra. Az amorf és kristályos ötvözet entalpiájának (H), és hőkapacitásának (Cp) változása a hőmérséklet (T) függvényében [2]



■ 5. ábra. Keskeny amorf szalag gyártása (Melt-spun ribbon)

hatók aránylag kisebb hűtési sebesség esetén is, amelyek közel eutektikus összetételűek, és melyekben az eutektikus vályú „mély”, azaz a likvidusz görbék meredek. Az ilyen binér ötvözetek általában 13-25% nemfémes elemet tartalmaznak.

2. csoport: Átmeneti fémeknek átmeneti fémekkel alkotott ötvözei (TE-TL típus: early transition metal-late transition metal); ide sorolhatók azok az ötvözetek, ahol a két fém olvadáspontja erősen eltér

egymástól, ahol az eutektikus hőmérsékletig meredeken csökken a likvidusz görbe a nagyobb olvadáspontú anyagtól kiindulva. Ilyen ötvözet például a Cu-Ti₃₅₋₇₀, Cu-Zr_{27,5-75}, Ni-Zr_{33-42,60-80}.

3. csoport: Ritkaföldfémeknek átmeneti fémekkel alkotott ötvözei (RE-TL típus: Rare earth metal-late transition metal); ide tartozik például a La-Au₁₈₋₂₆, La₇₈-Ni₂₂.

Az ötvözetek lehetnek két vagy többalkotósak. A többalkotós ötvözetek általában könnyebben (kisebb hűtési sebességgel) amorfizálhatók.

2.2. Csoportosítás az amorfizáláshoz szükséges hűtési sebesség alapján

Egy másik csoportosítás történhet aszerint, hogy mekkora hűtési sebesség kell ahhoz, hogy amorf állapotú legyen az ötvözet. Eszerint vannak tömbi (bulk) amorf ötvözetek és nem tömbi amorf ötvözetek. Az első generációs, nem tömbi amorf ötvözeteket igen nagy – 10⁵-10⁶ K/s lehűlési sebességgel kellett hűteni ahhoz, hogy amorfá váljanak. Ennek következtében csak igen vékony – néhány száz 10 µm vastag – szalagokat lehetett előállítani belőlük. A második generációs amorf ötvözetek, vagy más néven tömbi (bulk) amorf fémek többalkotós rendszerekbe tartoznak, 0,5 T_m – 0,6 T_m-ig (T_m az olvadáspont) olvadék állapotúak, és 10¹-10² °C/s hűtés is elegendő az amorf állapot eléréséhez.

A tömbi amorf anyagokból már viszonylag könnyen előállíthatók vastagabb darabok is. Az első tömbi amorf ötvözetek sokalkotósok voltak, de ma már háromalkotós tömbi amorf ötvözetek is vannak. Az első nem Fe-alapú tömbi amorf ötvözet publikálása 1988-ban történt, míg az első Fe-alapú tömbi amorf ötvözetéről 1995-ben írtak [3]. Az első Cu-alapú tömbi amorf ötvözetet is 1995-ben ismertették [4], de igazán csak 2000 után indult meg a vizsgálatuk.

Az ötvözetek amorfizálhatóságát vizsgálva Inoue az alábbi kritériumokat határozta meg [5]:

1. Többkomponensű legyen az ötvözet, 3 vagy több elemet tartalmazzon.
2. Az atomok átmérője közt jelentős eltérés legyen ~ 12%.
3. Nagy negatív képződési hője legyen a keveréknek.

A második kritérium hatását jól szemlélteti a 2. ábra. A Fe- és B-atomok szép kristályos rendet alakítanak ki, de ha ittriumot adagolunk az olvadékhoz, mely jóval nagyobb atomátmérőjű, akkor ez a rend könnyen felborítható.

Az Inoue-csoport fejlesztette ki a második generációs amorf ötvözeteket, figyelembe véve a fenti feltételeket. Az ilyen ötvözeteknek az összetevőire jellemző, hogy:

1. Nagy különbség van a kristályosodási kezdőhőmérséklet (T_x) és az üvegesedési hőmérséklet (T_g) között.
2. Nagy az „üvegesedési hajlam”, T_g/T_i értéke nagyobb, mint 0,6, ahol T_i az olvadáspont.
3. Kis hűtési sebesség is elegendő az amorf állapot létrehozásához.

3. Amorf ötvözetek előállítása, feldolgozása

Olvadékból több módszerrel lehet előállítani amorf ötvözetet. A teljesség igénye nélkül néhány előállítási módot mutatunk meg az angol nyelvű irodalomban használt elnevezésekkel:

- 1) Kvarccsőben lévő olvadékot vízbe dobva hűtenek (Water quenching a melt in a quartz tube)

Az ötvözetet vékony kvarc csőben megolvastják, majd a kvarc csövet vízben gyorsan lehűtik. Olyan ötvözetet, amelynek valamely alkotója (pl. cirkon, alumínium) a kvarcból szilíciumot redukál, nem lehet ezzel a technikával amorfizálni. További

1. táblázat. A Liquidmetal cég által gyártott néhány amorf ötvözet tulajdonsága [7]

	Zr-bázisú	Pt-bázisú	Au-bázisú	T _g – üvegesedési hőmérséklet T _m – olvadáspont σ _p – folyáshatár HV – Vickers-keménység ε _{el} – rugalmassági határ Y – Young-modulus K _{1c} – törési szívósság T _{casting} – öntési hőmérséklet T _{SPF} – a szuperhűtött olvadékzóna hőmérséklet-tartománya
T _g , °C	350	230	130	
T _m , °C	~600	~500	~400	
σ _p , MPa	2000	1470	~1200	
HV	400	360	-	
ε _{el} , %	2	1,5	1,5	
Y, GPa	95	95	74	
K _{1c} , MPa.m ^{0,5}	40	80	-	
T _{casting} , °C	800	650	550	
T _{SPF} , °C	380-470	250-300	150-190	

hátránya az eljárásnak, hogy csak igen kis méretű próbák készíthetők.

2) Keskeny szalag (Melt-spun ribbon) gyártása

Indukciós úton olvasztják meg az ötvözetet kvarc vagy kerámia téglában. Az olvasztékot egy kapillárison keresztül vízűtéses forgó rézhengerre fűjják nagy nyomású argonnal, az olvaszték igen nagy lehűlési sebességgel szilárdul meg (5. ábra). Ezzel a technológiával néhányszor 10 μm vastag és 10-50 mm széles szalagot gyártanak főként elektrotechnikai célokra.

3) Réz öntőformába való öntéssel (Casting in a copper mold)

Az olvasztékot a próba tömegéhez mérten nagytömegű réz kokillába öntik. A lehűlési sebesség a próba vastagságától függően 10-100 K/s, így csak a második generációs tömbi amorf ötvözeteket lehet ezzel a módszerrel előállítani. Ily módon már rudakat, nagyobb méretű darabokat is el lehet készíteni.

4) Széles szalagok gyártása folyamatos síköntéssel (Planar-flow casting)

Az amorf anyagok villamos energetikai felhasználásának gátat szabott az a tény, hogy sokáig nem oldották meg a széles szalagok gyártását. M. Narasimhan (1979 [6]) dolgozta ki a folyamatos síköntés technikáját amorf anyagokra. Ez esetben a folyékony fémeket egy vízzel hűtött síklapra öntik (6. ábra). Ezzel az eljárással maximum 300 mm széles szalagokat gyártanak. A második generációs amorf ötvözeteknek köszönhetően az ötvények falvastagsága jelentősen megnövekedett az utóbbi években (7. ábra).

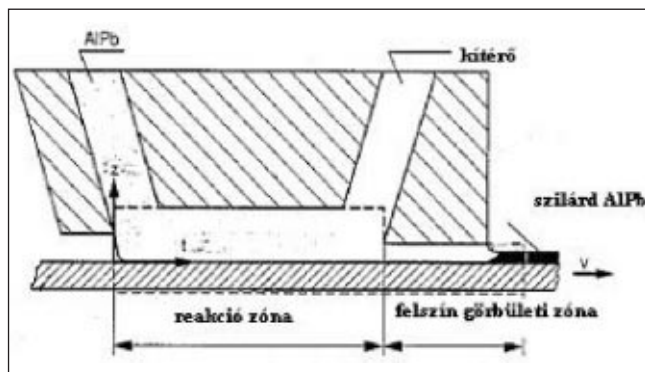
Az amorf ötvözetek feldolgozását forradalmasította a fröccsöntés technológiájának kidolgozása. Ehhez olyan második generációs amorf ötvözetek szükségesek, melyeknél a T_g és T_x hőmérsékletköz széles, 30-80 °C. Az ötvözeteket hagyományos módon amorf állapotúra öntik, majd felmelegítik a T_g hőmérséklet fölé, vagyis a túlűtött olvaszték hőmérséklet-tartományába, ahol ezek az anyagok olyan képlekenyek, mint a műanyagok, és fröccsöntéssel alakíthatók. Ezzel az eljárással sikerült a legváltozatosabb alakú tárgyakat gyártani.

4. Az amorf ötvözetek tulajdonságai

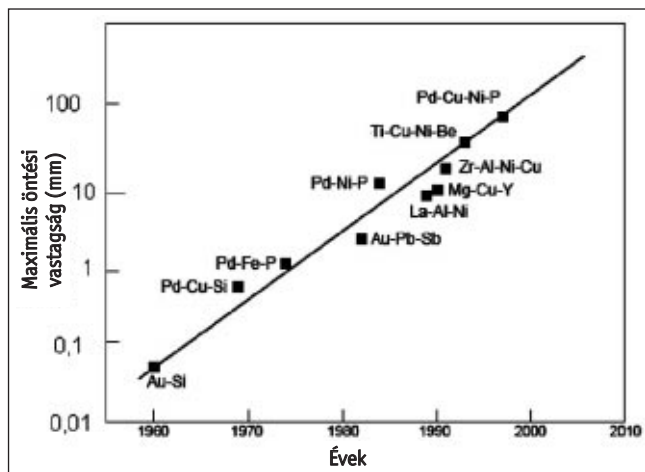
Az amorf ötvözeteknek a kristályos rendszerekhez képest több előnyös tulajdonsága van [7]:

- szilárdságuk jóval nagyobb mint a kristályos anyagoknak, és kisebb a sűrűségük
- kemények, karcállóak
- szívósabbak az ugyanolyan szakítószilárdságú acélokhoz viszonyítva
- rugalmassági határjuk nagy
- nincsenek szemcsehatárok, így korrózióállóak és kopásállóak
- Fe- és Co-bázisú ötvözeteknek a lágymágneses tulajdonságai kedvezőek
- Mo- és Nb-bázisú ötvözetek szupravezető tulajdonsággal bírnak
- egyes ötvözetek egyszerre mutatnak lágymágneses és kemény-mágneses tulajdonságokat
- bármely fémes bevonathoz képest – a legkisebb a sűrűlátsági tényezőjük
- kötőanyag használata nélkül is a legnagyobb a tapadószilárdságuk
- hőfárasztásnak ellenállnak
- kiváló a hővezető képességük

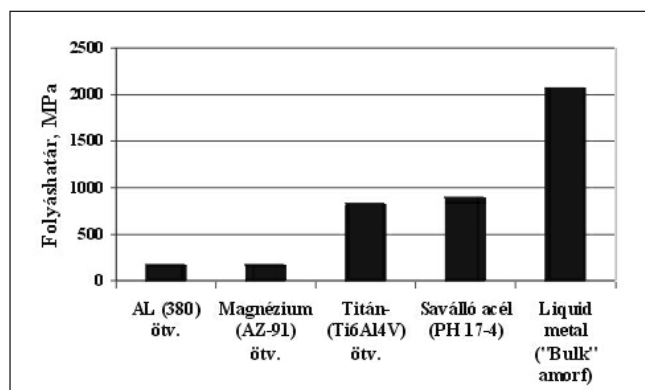
Zr, Pt és Au bázisú amorf ötvözet néhány szilárdsági tulajdonságait mutatja be a 8. ábra és az 1. táblázat (Liquidmetal Technologie Ltd, Kalifornia [7]). Látható, hogy a Zr-bázisú amorf ötvözet folyáshatára több mint kétszerese a saválló acélénak. Az amorf ötvözetek törési szilárdsága 840-2100 MPa, míg a Young-modulusuk 47-102 GPa között változik az összetételtől függően [3]. Néhány tömbi amorf ötvözetfajta szakítószilárdságát és Young-modulusát mutatja



6. ábra. Széles szalag gyártása folyamatos síköntéssel

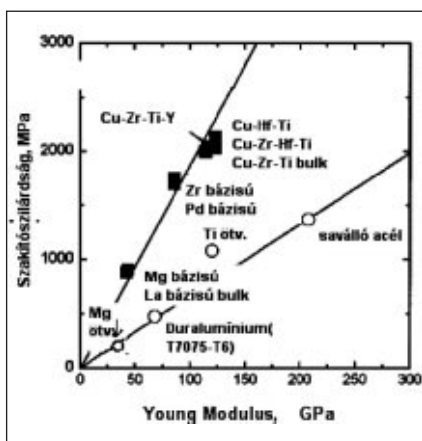


7. ábra. Az előállítható amorf ötvények falvastagságának változása az évek során [7]

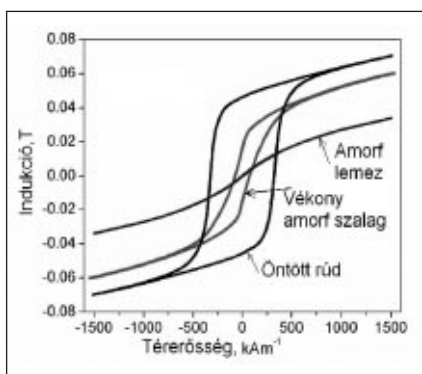


8. ábra. Néhány ötvözetfajta folyáshatára

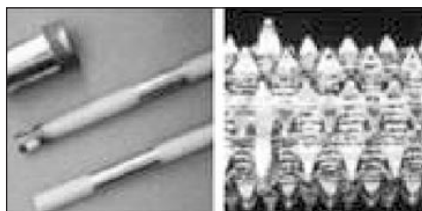
a 9. ábra [8]. A Zr- és Ti-alapú tömbi amorf ötvözetek hajlítószilárdsága 3000-3900 MPa, mely 2,0-2,5-szerese a kristályos ötvözetekének [3] (8. ábra). Az amorf anyagok egyik nagy felhasználási területe az elektronikai ipar. Ez annak köszönhető, hogy kedvező lágymágneses tulajdonságú ötvözetek alakíthatók ki. A Fe- és Co-bázisú amorf ötvözetek hiszterézisvesztése jóval kisebb, mint a hagyományos mágneseké.



■ 9. ábra. A Young-modulus és a szakítószilárdság néhány tömbi amorf ötvözet és hagyományos kristályos anyag esetén [8]



■ 10. ábra. $\text{Nd}_{60}\text{Fe}_{10}\text{Co}_{20}\text{Al}_{10}$ ötvözet hiszterézisvesztése különböző állapotban [9]



■ 11. ábra. Amorf fémmel bevont fűtőfejek [7]

A mágneses tulajdonságok erősen függenek a mikroszerkezettől. Az amorf ötvözetekben nincsenek szemcsehatárok, amelyek növelik a hiszterézisvesztést, így az amorf ötvözetek hiszterézisvesztése kicsi (10. ábra). Az ábráról leolvasható, hogy ugyanazon összetételnél is más-más a hiszterézisvesztés, attól függően, hogy hogyan gyártották az amorf anyagot. Az amorf anyagoknak nagy a magnetosztatikus, azaz a mágneses indukció méretváltozása.

Az utóbbi öt évben jelentős kutatások folynak a Cu-alapú amorf ötvözetek előállításán, mert nagyon kedvező tulajdonságú tömbi amorf ötvözetek alakítha-

2. táblázat. Amorf fémes transzformátor és egy hagyományos kockatextúrás szilíciumos acél transzformátor néhány tulajdonsága [13]

	Amorf fémes transzformátor	Kockatextúrás szilíciumos acél transzformátor
Terhelés nélküli magvesztés	15,4	57
Tekercsvesztés (terheléskor)	328	314
Gerjesztőáram (%)	0,14	0,36
Melegedés ($^{\circ}\text{C}$)	48	57
Hallható zaj (dB)	33	40
Tömeg (kg)	200	184

tók ki használatával. A Zr-bázisú amorf ötvözeteknek igen nagy a szakítószilárdsága, folyáshatára, jól fröccsönthetők, de felhasználásuk jelentős hátránya a Zr nagy ára. A Cu ezzel szemben olcsóbb, és ugyanolyan vagy kedvezőbb tulajdonságok érhetők el (lásd 9. ábra) használatával. Az elmúlt öt évben fejlesztett Cu-alapú amorf ötvözetek maximum 40% Cu-t tartalmaznak, és általában 3 vagy annál több alkotós amorf ötvözetek, melyek szakítószilárdsága 200 MPa felett van. A nyúlás viszont általában 1-3% volt, de 2005-ben már sikerült olyan Cu-Hf-Ti-Ag-Ta tömbi amorf ötvözet összetételt kialakítani, melynek nyúlása 19,2% 2180 MPa-os nyomószilárdság mellett [10]. Az öntéssel maximálisan amorf állapotúvá alakítható átmérők is nőnek. 3-5 mm 3-5 mm átmérőjű amorf rudakat állítottak elő az utóbbi öt évben, viszont 2006-ban publikáltak már 10 mm-es Cu-Ag-Zr-Ti amorf ötvözetet is [11]. A Cu-alapú anyagoknál a jó mechanikai tulajdonságok mellett fontos a korrózióállóság is. A Cu-Hf-Ti-Nb ötvözetben a Nb adagolása mellett egy korrózióálló felületi réteg alakul ki, mely kémiai korrózióállóságot tesz az ötvözetet nemcsak a levegőn, de kénsavas és sósavas, valamint NaCl-os közegben is [12].

5. Az amorf ötvözetek néhány felhasználási területe

Elektronikai ipar

Az egyik legnagyobb felhasználója az amorf anyagoknak az elektronikai ipar. Kedvező lágmágneses tulajdonságát kihasználva telíthető vasmagos magnetometereket, legerjesztő tekercseket, toroidok magját, chipke érintkezőit, videofejeket stb. gyártanak amorf anyagból.

1980-ban helyezték üzembe az első amorf fémes transzformátort az USA-ban [13]. A 2. táblázat egy hagyományos kockatextúrás szilíciumos acél transzformá-

tor és egy amorf fémből készült transzformátor néhány fizikai paraméterét mutatja be. Látható, hogy a veszteség 70%-kal kevesebb az amorf fémes transzformátor esetében, valamint a gerjesztőáram is 60%-kal kisebb.

Bevonatok készítése amorf fémből

Az amorf fémek kemények, ezért az olajiparban fűtőfejek borítására használják (11. ábra). A szemcsehatárok hiánya miatt az amorf anyagok igen korrózióállóak, ezért például a tengervízzel érintkező felületek amorf anyaggal történő bevonása igen előnyös. Az amorf bevonatok biztosítják a kis súrlódást és a kopásállóságot az alumínium és titán repülőalkatrészekben [7].

Elektronikai termékek burkolóanyaga

Az elektronikai termékek miniaturizálása miatt igény a nagy szilárdság mellett a nagy szívósság, valamint a kis tömeg. Az elektronikai termékek burkolóanyagaként egyre gyakrabban használják a különböző amorf ötvözeteket, mivel szilárdabbak, mint a használatos titánötvözetek, és 1,5-szer keményebbek, mint a saválló acélok. Bonyolultabb formák megvalósítására is alkalmasak, mert az öntés után utólagos megmunkálás nem szükséges (12. ábra). Mindezen tulajdonságokkal rendelkeznek az amorf ötvözetek, ezért vékonyabb és kisebb méretű, de nagyobb teljesítményű készülékek, vagy nagyobb képernyőjű berendezések készíthetők az amorf ötvözetek használatával. Fontos továbbá az is, hogy karc- és korrózióállóak, nem reaktív anyagok [7].

Ékszeripar, sporteszközök gyártása

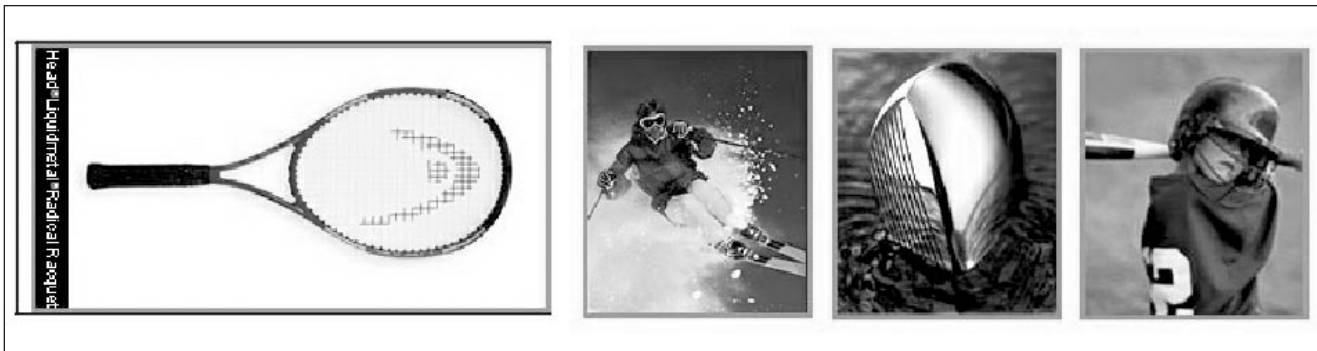
Az amorf fémek eddig említett kedvező tulajdonságai mellett fontos még, hogy az amorf fémeknek korlátlan ideig kemény a felülete, és karcálló, luxus felületűre polírozható, továbbá nem hideg tapintású (13. ábra). Mindezen tulajdonságok miatt



■ 12. ábra. Elektronikai termékek burkolása [7]



■ 13. ábra. Amorf fémből készült óra [7]



■ 14. ábra. Amorf fémekből készült sporteszközök [7]

a használatuk kedvelt az ékszeriparban. A Liquidmetal cég két kutatójának 2005-ben sikerült előállítani 18 karátos arany amorf fémötvözetet, mely fröccsönthető és szilárdabb, mint a hagyományos 18 karátos arany ötvözet [7].

A sporteszközöknél azért különösen kedvező a használatuk, mert szinte a tökéletesen rugalmas ütközést lehet velük megvalósítani, ugyanis igen kis energiát nyelnek el ütközéskor. Továbbá az amorf anyagoknak kiváló a belső kis frekvenciás csillapítása, 10-szer rugalmasabbak, 2-3-szor ellenállóbbak a maradó alakváltozással szemben, mint a kristályos fémek. Éltartók, nem foltosodnak és nem rozsdásodnak. Ezen tulajdonságok miatt teniszütőket, golfütőket, sítalpakat, snowboardokat, könnyűbúvár felszereléseket gyártanak különféle amorf ötvözetekből (14. ábra).

Az amorf anyagok energetikailag nem stabil állapotban vannak. Ha energiát közlünk velük, például hő formájában, akkor több változás következik be, majd végül megindul a kristályosodás. A felhasznál-

hatóságuknak határt szab így a hőmérséklet emelkedése. Sok amorf anyagot viszont akkor is fel tudunk használni, mikor részben már kristályosak, bennük nano méretű szemcsék találhatók.

Az itt bemutatott tulajdonságok előrevetítik az amorf fémek felhasználásának elterjedését és használatuk előnyeit.

Irodalom

- [1] P. Duwez: Trans. Am. Soc. Metals, 60,607(1967)
- [2] F. Luborsky: Amorphous Metallic Alloys, Butterworths monographs in Metals(1983)
- [3] A. Inoue: Stabilization of Metallic Supercooled Liquid and Bulk Amorphous alloys, Acta Mater. 48 (2000) 279-306.
- [4] K. Amiya, N. Nishiyama, A. Inoue, T. Masumoto: Mater. Sci. Eng. A 179-180 (1994) 692.
- [5] www.e4engineering.com
- [6] M. Narasimhan, U.S. Patent No4-, 142,571 (1979)

[7] www.liquidmetal.com

[8] A. Inoue, W. Zhang, T. Zhang, K. Kurosaka: Cu-based bulk glassy alloys with high tensile strength of over 2000MPa, J. Non-Cryst.Solids, 304 (2002) 200-209.

[9] www.ifw-dresden.de/imw/25/magnetism.html

[10] Z. Bian, H. Kato, C. L. Qin, W. Zhang, A. Inoue: Cu-Hf-Ti-Ag-Ta bulk metallic glass composites and their properties, Acta Mater. 53 (2003) 2037-2048.

[11] C. Dai, H. Guo, Y. Shen, Y. Li, E. Ma, J. Xu: A new centimeter-diameter Cu-based bulk metallic glass, Scripta Mater. 54 (2006) 1403-1408.

[12] C. Qin, W. Zhang, K. Asami, N. Ohtsu, A. Inoue: Glass formation, corrosion behavior and mechanical properties of bulk glassy Cu-Hf-Ti-Nb alloys, Acta Mater. 53 (2005) 3903-3911.

[13] N. DeCristofaro: Amorphous Metals in Electric-Power Distribution Applications, MRS Bulletin, V23, N.5 (1998)

Új robotautót fejlesztett ki a müncheni Bundeswehr Egyetem. Az önállóan közlekedő jármű az első teszteken sikeresen mutatkozott be.

Augusztus 13. és 16. között rendezték meg Svájcban a robotautók elitjének versenyét. Az European Land Robot Trial nevű viadalon összesen 14 egyetemi és főiskolai csapat vett részt. A versenyt a müncheni Bundeswehr Egyetem átépített VW Touareg robotautója nyerte meg.



A gépkocsit a szakemberek egy lézerrel és 64 távolságmérésre szolgáló szenzorral látták el. A lézerberendezés másodpercenként tízet fordul és egymillió pontot tud regisztrálni. A beérkező adatokat három számítógép dolgozza fel. Így jön létre a jármű irányításában fontos 3D-s környezeti modell, amely segít az útvonal meghatározásában és az akadályok felismerésében. A VW Touareg a távot 31 perc alatt teljesítette és 90 százalékban önállóan haladt, csak a keresztezésekben és a veszélyesebb útszakaszokon kellett a vezetőnek átvennie a kormányt.

A projekt vezetője Hans Joachim Wünsche professzor, akinek elődje, Dieter Dickmanns már 1995-ben sikeresen részt vett egy tesztben. Münchenből Dániába utazott autópályán egy, a jelenleginél jóval szerényebb tudású robotautóval. A távot a jármű megbízhatóan teljesítette. Wünsche professzor szerint a VW Touareggal végzett tesztek eredményei azt mutatják, hogy már most lehetséges a közúti forgalomban önálló közlekedésre képes, megbízható robotautókat létrehozni, és ezek a járművek 15-20 éven belül akár teljesen elfogadottá válhatnak. Azonban egy vezetőre – biztonsági okokból – mindig szükség lesz. Felmerülnek azonban érdekes kérdések: például egy baleset esetén kit vonhatnak majd fele-

lősségre, a vezetőt, aki gyakorlatilag csak utazott a járműben, vagy a gépkocsi gyártóját? – összegezte véleményét Wünsche professzor.

www.unibw.de

Testhőből elektromosság. A Fraunhofer Intézet munkatársai olyan áramköröket fejlesztettek ki, amelyek testhő elektromossággá történő átalakítására alkalmasak.

A fejlesztő csapat vezetője, Peter Spies villamosmérnök szerint a testhő-áramkörökkel megnövelhető a kisebb akkumulátorok működési ideje, illetve idővel akár teljes egészében ki is válthatják azokat. Az új technika a hőmérséklet-különbségekből elektromos energiát előállító hőelektromos generátorok továbbfejlesztése. Normál esetben ahhoz, hogy egy hagyományos hőelektromos generátor elegendő energiát állítson elő, több tízfoknyi hőmérséklet-különbségre van szükség. Az emberi test és a környezete között a hőmérséklet-különbség azonban többnyire csak néhány fokra tehető, ez pedig körülbelül 0,2 volthoz elegendő, míg az elektromos eszközöknek legalább 1-2 voltra van szükségük. Spies és munkatársai erre a problémára találták meg a megoldást.

A technikát, illetve annak működését a gyakorlatban is bemutatták: egy vezeték nélküli szenzort látott el energiával, ami viselőjének testhőmérsékletét folyamatosan figyelemmel kísérte, illetve továbbította a megszerzett információkat egy központi számítógépnek. A készülék elvileg már alkalmas hallókészülékek energiaellátására, illetve a célkitűzések között használható sport karórák, mp3 lejátszók vagy mobiltelefonok akkuinak kiegészítő áramforrásaként.



A technika, mivel végeredményben hő alakít elektromossággá, ezért nem csupán az emberi test, de hűtőgépek, fűtőtestek, légkondicionálók által termelt, amúgy veszendőbe menő hőből is generálhat elektromos áramot, amit az eszközök vagy egyéb berendezések újrahasznosíthatnak.

www.fraunhofer.de

Akkumulátor papírból. Amerikai kutatók olyan akkumulátort fejlesztettek ki, amely papírba ágyazott szén nanocsövekből készült. A különleges papír hajtogathatóságának köszönhetően alkalmazható lesz a hajlékony elektronikai eszköz működtetéséhez.

A papírákkumulátor prototípusa méretét tekintve alig nagyobb, mint egy postai bélyeg. 2,3 volt feszültséget képes leadni, ami csak egy kisebb fényforrás ellátására elegendő. A Rensselaer Műszaki Intézet kutatói szilícium táptalajon szén nanocsöveket növesztettek, a köztük lévő réseket pedig cellulózzal töltötték ki, ami a nanocsövek végeit is beborította. Miután ez megszáradt, a papírágyagot egyszerűen csak le kellett húzni a szilíciumról, így a nanocsövek egyik vége fedetlenül, elektródaként állt ki a papírból.

A kutatók szerint az akkumulátor rétegezve kondenzátorként is alkalmazható. Ehhez nem kell más, mint a fentebb leírt eljárással készült papírt a cellulózzal beborított oldalaival egymásra helyezni, köztük pedig elektrolitoldatot juttatni. Az így kapott energiaforrás, amellel hogy megtartja flexibilitását, teljesítményét tekintve már összevethető lenne a hagyományos akkumulátorokkal. Ezzel azonban még nem érnek véget a lehetőségek. A kutatást vezető Linhardt professzor szerint a papírákkumulátor már a jövő energiatároló módszereibe nyújt betekintést.

Annak ellenére, hogy a nanocsöves papírákku könnyen előállítható, környezetbarát és széles körben alkalmazható lenne, még messze van a kereskedelmi alkalmazástól. Ennek leginkább a szén nanocsövek előállításának költsége szab határt, és amíg ezen a téren nem történik valami forradalmi áttörés, addig a papírákkukkal hajtott elektromos autók is csak elképzelések.

<http://news.rpi.edu>

A fémkohászok cikluszáró-tisztújító közgyűlése

A fémkohászati szakosztály 2007. május 10-én Székesfehérváron az Alcoa-Köfém Művelődési Központban tartotta meg cikluszáró, egyben tisztújító közgyűlését. Az ülésen a küldöttek 77%-a, pontosan 41 fő vett részt. Házigazdaként *Csurgó Lajos*, a helyi szervezet elnöke köszöntötte a megjelenteket, majd *Petrusz Béla* szakosztályelnök üdvözlő szavait követően ismertette a szakosztály helyi szervezeteinél megtartott tisztújításokat, illetve a választások eredményeit:

Kft.-t és a König Kft.-t. Ezek mellett új jelöltekkel is megindultak a tárgyalások. Mindemellett kiemelnénk, hogy a hagyományosan megrendezendő egyetemi fémkohászati szakmai napok szponzoraként a három év alatt 1,14 M Ft támogatásban részesültünk az Eurocast Kft., Eural Kft., FÉMALK Zrt., Klein Metals Kft., Metalkontakt Kft., Intermetalex Kft., Csepeli Fémmű FA, FE-FERRUM Kft., E-elektra Zrt., a Glóbmétal Kft., a Schmelzmetal Hungaria Kft. és a WHW Topmetal Kft. gazdasági társasá-

Hetényegyházán a kecskeméti helyi szervezet megalakulásának 30. évfordulóját.

A fenti szakosztályi rendezvények mellett minden év májusában megkoszorúztuk Sóltz Vilmos sírját (budapesti helyi szervezet), minden év júniusában – az öntészeti szakosztállyal közösen – megrendezésre kerültek a szigetközi tudományos napok (mosonmagyaróvári helyi szervezet), októberenként a Mikoviny Sámuel Átalértúra (Almásfüzitő) és novemberenként Kunos Endre sírjának megkoszorúzása Kálózson (székesfehérvári helyi szervezet).

A titkári beszámoló a helyi szervezetek munkájának értékelésével zárult, amely szerint példamutató klubnapi rendszer jellemzi a székesfehérvári és budapesti szervezetet. Kijelölt munkaterv szerinti működéséért dicséretes kategóriába sorolta a kecskeméti, a mosonmagyaróvári és az ajkai szervezetet. Objektív munkahelyi gondokkal, így bizonytalanságokkal és működési szünetekkel volt jellemezhető a csepeli, és a ciklus végére az inotai helyi szervezet.

Dicsérettel kell megemlíteni a kis létszámú almásfüzitőiek vízi túra és koszorúzási ünnepségeit, illetve a tatabányaiak csatlakozását a helyi bányász szervezethez.

A titkári beszámolót követően Petrusz Béla elnök utalt a szakosztályi munka hiányosságaira, elsősorban a csepeli, inotai lezárolások utáni tagmegtartás elmáradására. *Puza Ferenc* a selmeci hagyományok megőrzésére és a fiatal tagtársakkal való fokozott törődésre hívta fel a figyelmet. *Harrach Walter* bejelentette a BKL Kohászat szerkesztőségének lemondását, és ismételten kérte az utódlásról való gondoskodást. A téma körül heves vita alakult ki. Végül is olyan döntés született, hogy az új vezetőség *dr. Kóródi Istvánt* kéri fel a rovatvezetői posztra.

A titkári beszámolót és annak hozzászólásait követően Petrusz Béla a szakosztály-vezetőség nevében lemondott, és átadta az ülés levezető elnöki tiszteit *Gál János* inotai exelnöknek, a jelölőbizottság helyettes vezetőjének.

Helyi szervezet	Elnök	Titkár
Ajka	Balogh Zoltán	Diczig József (timföld) Kovács Csaba (alumínium)
Budapest	Köves Kristóf	Molnár István
Csepel	Komjáthy János	Varga Mária
Inota	Jenet Gábor	Dezső Imréné
Kecskemét	Dánfy László	Vágvolgyi György
Mosonmagyaróvár	Pivarcsi László	Csutak István
Székesfehérvár	Csurgó Lajos	Simon László
Tatabánya	képviselő: Erős András	
Almásfüzitő	képviselő: Kaptay György	

Ezt követően *Hajnal János* titkár számolt be az elmúlt ciklus szakosztályi tevékenységéről, a szakosztályi illetve a helyi szervezeti rendezvényekről, eseményekről, a létszám helyzetéről, a szakosztályi gazdálkodásról, a pártoló tagvállalatokról, és kitért az egyesület pénzügyi helyzetére is. A szakosztályi beszámoló részletesebb adatai:

A létszám 2004 és 2007 között 25 fővel csökkent, azaz a 2007. évi induló létszám 389 volt. A gazdálkodás területén végig kimagasló eredményekről számolhatunk be. A 2004. évi 5776 E Ft-os bevételt 6406 E Ft-ra növeltük 2006-ban, a gazdálkodásunk minden évben 2 M Ft feletti pozitív szaldóval zárult. 2004. éves 4260 E Ft-os pártoló tagi árbevételünket 2006-ra 4710 E Ft-ra növeltük. A tradicionális támogatók (MAL Zrt., Alcoa-Köfém, EBA, Glob-Metal, Invertmetal, Motim) mellett újabb támogatókat szerveztünk be, az Antal Kft.-t, a Rath-Hungaria Kft.-t, a Schmelzmetal Hungaria

goktól. Ezek a társaságok biztosították 2004-ben és 2006-ban a Miskolci Egyetemen, illetve 2006-ban a Dunaújvárosi Főiskolán megrendezett szakmai programokat, melyek kiemelten a hazai fémkohászati technológiai fejlesztések, cég és technológiai ismertetések, illetve a másodlagos feldolgozási technológiai témakörök köré csoportosultak. A szponzori előadások mellett előadóink között tudhattuk *Tolnay Lajost*, az OMBKE elnökét, továbbá *P. Paschan* osztrák és *H. Jalkanen* finn professzorokat, illetve *Kadocsa László* dunaújvárosi rektorhelyettest.

Az elmúlt ciklusidőszakra esett három helyi szervezet jubileuma is. 2004-ben tudományos szakmai nappal és szakestéllyel ünnepeltük az 50 éves inotai helyi szervezetet, majd 2005 májusában nagyszabású rendezvény (konferencia, kiállítás, üzemlátogatás, szakestély) keretében ünnepeltük a székesfehérvári helyi szervezet 50 éves jubileumát, végül 2005 októberében

Gál János levezető elnök előbb kitért a szakosztály átlagos életkor növekedésére, majd summázta az elmúlt 3 évet, miszerint – szerinte – „egy jó közepes 3 évet zártunk”. Ezt követően átadta a szót Csurgó Lajosnak, a jelölőbizottság vezetőjének, aki röviden ismertette a jelölőbizottság tevékenységét, majd az elnökre és a titkárra tett javaslatát követően 16 tagtársat javasolt a szakosztályvezetésbe, akikből a 14 tagúra tervezett vezetőség kikerülhet. A választás előkészítését több kritika is érte, ennek kapcsán fejtette ki véleményét többek között *Dánfy László, Hatala Pál és Várhelyi Rezső*. Puza Ferenc javasolta *Clement Lajos* jelölőlistára történő felvételét vezetőségi tagként, amit a résztvevők egyhangúlag elfogadtak.

Gál János levezető elnök a szavazatszedő bizottság elnökéül javasolta *Károly Jánost*, tagjaiként *Széll Pált* és *Tárkány-Szűcs Józsefet*. A szavazást követő szünet után Károly János ismertette a szavazás végeredményét, mely szerint a megválasztott tisztségviselők az alábbiak:

Elnök: *Petrusz Béla*

Titkár: *Hajnal János*

Vezetőségi tagok: *Balázs László, Balázs Tamás, Clement Lajos, Csák József dr., Gál*

János, Harrach Walter, Hatala Pál dr., Horváth Csaba (Szfv.), Kaptay György, P. Sándor István, Puza Ferenc, Rajnai Kálmánné, Széll Pál, Török Tamás dr.

Gál János a megválasztott elnök és titkár mellett választmányi tagnak jelölte Csurgó Lajost, akinek jelölését a közgyűlés elfogadta, majd választmányi tagnak megszavazta.

Csurgó Lajos, a jelölőbizottság vezetője ismertette a fémkohászati szakosztály küldötteire a jelölést. Harrach Walter felhívta a szavazók figyelmét, hogy az egyesület tiszteleti tagjai hivatalból a szakosztály küldöttei is. Erre Balázs Tamás jelezte, hogy a tiszteleti tagokkal konzultálva egyesek feladták az alapszabály adta lehetőséget, így azok helyére bárki választható. Végül a megválasztott elnök és titkár mellett 4 tiszteleti tag vállalta a küldötti státuszt, így az összesen 26 jelöltből kellett megválasztani a szakosztály 20 fős közgyűlési küldöttségét. Miután a közgyűlés a jelöléseket egyhangúlag elfogadta, a szavazást követően Károly János ismertette a 39 szavazatból 37 érvényes szavazat végeredményét, mely szerint a szakosztály megválasztott küldöttei: *Balázs László, Balázs Tamás, Clement Lajos, Csák József dr., Csömöz Ferenc, Csurgó*

Lajos, Dánfy László, Dezső Imréné, Erős András, Hajnal János, Harrach Walter, Horváth Csaba (Székesfv.), Jenet Gábor, Laár Tibor, Molnár István, Petrusz Béla, Puza Ferenc, Tolnay Lajos dr., Valló Ferenc dr., Várhelyi Rezső.

A választás végeztével Tolnay Lajos, egyesületünk elnöke kért szót. Mindenekelőtt gratulált a megválasztott tisztségviselőknek, majd némi kritikával élt a beszámolót és a hozzászólásokat illetően. Felvetette az egyesület aktuális problémáit, így a vaskohászok helyzetét, szakosztályon belül a várható inotai tulajdonosváltás kilátásait, a lapszerkesztés gondjait stb. A megoldást a folyamatos egyeztetésekben látja, aminek nagy szerepük volt a MTESZ-válság megoldásában is. Végül kitért az EMT konferenciák jelentőségére, és biztatott az aktívabb részvételre.

Gál János megköszönte a jelölőbizottság és a szavazatszámoló bizottság munkáját és átadta a szót az ismét megválasztott elnöknek. Petrusz Béla megköszönte a bizalmat, felvázolta az elkövetkezendő feladatokat, majd az ülést berekesztve elénekeltük himnuszainkat.

✍ (hj)

■ HELYI SZERVEZETEINK ÉLETÉBŐL

Beszámoló az OMBKE mosonmagyaróvári helyi szervezetének rendezvényéről

Az OMBKE mosonmagyaróvári helyi szervezete 2007. június első hétvégéjén tartotta az immár hagyományos tudományos szakmai napját Dunaszigeten.

Idén az időjárás is kegyes volt rendezvényünkhöz, így ragyogó napsütésben találkozhattunk korán érkező vendégeinkkel a mosonmagyaróvári Hanság Múzeum előtt. A találkozó apropóját az adta, hogy idén újították fel a kiállítást, és a korábbiaknál részletesebb bemutatást kapott városunk múltja. A nagyon szakszerű tárlatvezetés után, melyet a múzeum muzeológusa tartott, természetesen nem hagyhatuk ki a helyi szervezet által készített Gábor Áron-ágyú megtekintését, majd közös megkoszorúzását. Felemelő látnunk, és ezt vendégeink is elismerték, hogy milyen becsben tartja városunk ezt az ágyút, mely a szabadságharcos emlékművel együtt igazi jelképpé, és a megemlékezés mindenkor helyszínévé vált.

A délutáni programok már Dunaszigeten folytatódtak. A rendezvényt *Pivarcsi László*, a helyi szervezet elnöke nyitotta meg, és első hozzászólóként *Botos Gábor*, Mosonmagyaróvár város tanácsosa köszöntötte a résztvevőket. Köszöntőjében kiemelte helyi szervezetünk kiváló kapcsolatát a várossal, megköszönve azt a pozitív „civil” hozzáállást, mellyel tevékenységünkben a város érdekei éppúgy megjelennek, mint saját értékeink, hagyományaink.

Szakmai előadóként elsőnek *Fegyverneki György* előadását hallgathattuk meg, aki doktori disszertációjának témájáról, a hengerfejtőntvények repedési okairól beszélt. Főpróbának is számított előadása, hiszen rendezvényünk utáni héten védte meg disszertációját. (Itt gratulálunk tagtársunknak a sikeres védéshez, kívánva továbbbi erőt, egészséget munkájához.)

Második szakmai rendezvényként egy nagyon érdekes bemutatót láthattunk, me-

lyet *Götlné Hegedűs Klementina*, az NHC Hungary Kft. munkatársa és kollégája tartott ipari javító és karbantartó anyagokból. Mindig érdekes dolog újat látni, hátha még a szakemberek közvetlenül „kézbe vehetik” és próbálgathatják ezeket az anyagokat.

A közös szerelgetés, javítgatás olyan jól sikerült, hogy észre sem vettük az idő múlását, és megcsúszva álltunk a vacsorának.

A vacsorát követően kezdődő szakestélyünk mottója „Új elnökhöz új kupa jár!” volt. Ilyen körben először köszönthettük a tavasszal megválasztott helyi elnökünket, *Pivarcsi Lászlót*. Kupaavató beszédében közös felelősségünkről szólt, hagyományaink ápolása terén.

Szakestélyünk hozzászólói közül kiemelkedik *Ferencz István* tiszteleti elnökünk, aki nem csak az elmúlt időszak emlékeit elevenítette fel, de kiemelte és feladatul hagyta hagyományaink, értékeink továbbbi ápolását.



■ Koszorúzás



■ Kiváló a krampampuli

A sok hozzászólást követően értünk szakestélyünk csúcspontjára, a krampampuli megköstölására. *Szuhányi Zsolt* tagtársunk, s egyben krampampulimesterünk kitett magáért, és legszigorúbb minőségellenőreink szerint is kiváló alkotott. A nap zárásaként élőzenés mulatságot tartottunk, mely sikeréről sok-sok fénykép tanúskodik.

Szombaton a még mindig szép számú részvevőink a Dunakiliti Duzzasztóművet látogathatták meg. *Kertész József* sza-

kaszmérnök szakszerű és minden részletre kiterjedő előadása után, melyet nagyon köszönünk neki e helyen is, bejárhattuk a duzzasztóművet „pincétől-padlásig”. Elszomorító volt látni, hogy nem szakmai indokok alapján, hogyan lehet valamit tönkretenni, milliárdos károkat okozni. Reméljük, a látottakat vendégeink elmondják lakóhelyükön is, igyekezve pontos képet adni az itt történetekről.

Rendezvényünket közös ebéddel zár-

tuk, majd a búcsú közepette megfogadtuk, hogy jövőre ugyanitt, még többen folytatjuk ezt az immáron hagyománnyá vált szakmai rendezvényt.

E helyen szeretnénk megköszönni minden rendezőnek és segítőnek munkáját, mellyel hozzájárult rendezvényünk sikeréhez. Vendégeinket jövőre is visszavárjuk, további érdekes programokkal, felejthetetlen estével.

Csutak István

Lent jártunk délen...

Salgótarjáni osztályunk kirándulása június 21-24. között

Ez évben is megszerveztük kirándulásunkat, melynek állomásait az év elejétől kezdve fokozatosan határoztunk meg, s amelyen most is több családtag vett részt.

Ez évi utunk fő célja az Ópusztaszeri Nemzeti Emlékpark, és azon belül természetesen a híres Feszty-körkép megtekintése volt. Az előre igényelt körképi belépőnek megfelelő időben érkezünk oda, s feltehetőleg a véget ért tanévnek és a csütörtöki látogatási napnak köszönhetően csoportunk résztvevői (22 fővel) további látogató társak nélkül csodálhatta meg a körképet.

Az első napra további programot nem ütemeztünk, ezt követően a szegedi szálláshely felkeresésével, a szobák elosztásával majd az előre megrendelt vacsorával befejeztük a közös programot. Ezután többen a környék megismerésére és alkalmas sör- vagy borforrások felkeresésére indultak teljesen fakultatívan és – mint utólag kiderült – mindenki eredményesen.

Második napunkat Hódmezővásárhelyen kezdtük egy manufaktúráis kerámia kisüzem megtekintésével. Itt megismerkedtünk a különböző készítési módokkal, megcsodálhattuk a különböző tányérok, tálak, kancsók, bögrék stb. „átvarázslóit”, akik az egyszerű agyagra nagy ügyességgel viszik fel a szebbnél-szebb mintákat. A látogatást teljessé tette, hogy a termékekből a mintaboltban vásárolhattunk is.

Teljes kirándulásunk „csúcspontjai” Orosházához kötődnek, ahol először a Guardian Magyarország Kft. táblaüvegyártását ismerhettük meg, egyben a cég teljes tevékenységéről is tájékoztatást kaptunk. A táblaüvegyártás nagy találmánya, az ún. Float-üvegyártás egy valóban lenyűgöző üzemét láttuk itt. (Az eljárás lényege, hogy itt nem húzzák az üveget, inkább öntik: mármint az olvasztott üveget önfürdőre öntik, az azon elterülve hűl le kb. 600 fokra, s amikor e hőmérsékleten lekerül az önfürdőről, már csak tovább kell

hűteni, feldarabolni s máris kiszállítható.)

Sajnos megyénkben igazán jó strand nincs, így szervezett útjainkon lehetőleg egy-egy jelesebb strandot is meglátogattunk. Idén ez Gyopárosfürdőn adatott meg (Orosháza mellett). A nap második felét itt töltöttük el, élvezve a jó víz, a jó sör és a napfény örömeit. Kissé „átsülve”, de jó hangulatban tértünk vissza szálláshelyünkre, ahol vacsoránk után „ismerkedési” estét tartottunk, főleg annak kiderítésére, ki hány dalt ismer és tud végigénekelni megfelelő társak és megfelelő hűtés mellett.

Természetesen, ha már Szegeden volt szállásunk, a város nevezetesebb épületeit is felkerestük közösen a harmadik napon. Ez volt délelőtti programunk. A sok sétába kissé megfáradva a felfrissülés érdekében ki-kí tetszése szerint keresett alkalmas éttermet, hogy valamilyen szegedi specialitással, többnyire szegedi halászlével erősítse magát a délutáni szabadprogramra, ami a nagy melegre és az ép-

pen aktuális szegedi rendezvényekre való tekintettel ismét némi sör felvételét is igényelte: aznap volt Szegeden az I. Boszorkánytalálkozó és a „Múzeumok éjszaka”. Közös vacsoránk után további programként már a búcsúestre került sor sok-sok közös dalunk eléneklésével.

A negyedik nap hosszabb útra kerekedtünk, azaz elindultunk hazafelé. Hogyha

már az Alföldön jártunk, egy kis kitérővel felkerestük Kiskőröst, azon belül a Petőfi-emlékhelyeket. Kulturális programunkat jól egészítette ki egy kis borkóstolás egy alföldi borosgazdánál. A sikeres kóstolás meghozta étvágyunkat, így a hazafelé vezető út előtt elfogyasztottunk még egy-egy kiadós alföldi specialitást, majd még világosban érkeztünk ismét mindennapja-

ink színterére. Ezúton is megköszönjük a felkeresett szervezetek munkatársainak szíves kalauzolását, így sok új ismerettel gazdagodva zárult kirándulásunk. A közös kirándulás szép hagyományát a következő évben is folytatjuk, de amíg a program összeállítására sort kerítünk, még sokat fogunk aludni.

Liptay Péter

KÖSZÖNTÉSEK

85. születésnapját ünnepelte

Tatár Sándor, az Öntödei Múzeum nyugalmazott vezetője 1922. augusztus 14-én született a Szatmár megyei Hodászon. A Debreceni Református Főgimnáziumban érettségizett 1941-ben, majd felvételt nyert a Debreceni M. Kir. Tudományegyetem Jog- és Államtudományi Karára. 1944 őszén az általános katonai mozgás miatt vonult be katonának. 1944 végén fogságba került, és a székesfehérvári gyűjtőtáborból a Tbiliszi közelében levő rusztávi táborba vitték, ahonnan 1948-ban került haza. 1948. július 8-án az egyetem jogi karán generále kollokviumok letételével megszerezte az abszolutóriumot.



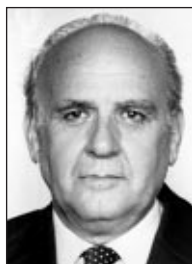
Osztályidegen származása miatt csak nehezen talált munkahelyet. 1950-ben vették fel a Diósgyőri Magyar Állami Vas- és Acélgárba, ahol több beosztásban dolgozott, majd rezsiellenőrként, majd osztályvezetői beosztásban tevékenykedett, innen ment nyugdíjba 1982-ben.

Munka mellett elvégezte a kohóipari technikumot, így nyugdíjazása után azt a megtisztelő felkérést kapta a gyárvezetéstől, hogy vállalja el az Öntödei Múzeum vezetői tisztségét. A felkérésnek örömmel tett eleget, és 1996-ig tevékenykedett ebben a beosztásban. Ezután az OMM Kohászati Múzeum (Diósgyőr-Hámor) tudományos munkatársaként tevékenykedett.

Közben az OMBKE öntésztörténeti bizottságának tagja lett, majd annak titkári és elnöki tisztségét is betöltötte. Többször kapott Kohászat Kiváló Dolgozója kitüntetést.

80. születésnapját ünnepelte

Dr. Kovács Dezső okl. kohómérnök, okl. gazdasági szakmérnök, a volt Öntödei Vállalat nyugalmazott vezérigazgató-helyettese 2007. 06. 12-én töltötte be 80. életévét. 1952-ben szerzett kohómérnöki oklevelet Sopronban. Mérnöki munkáját az Ózdi Kohászati Üzemekben kezdte. 1954-től a győri Öntöde és Kovácsológyárban üzemvezetői, főmérnöki, végül igazgatói tisztséget töltött be a gyárnak a Rába Vagon- és Gépgyárral történt fúziójáig, amikor is főkohásszá nevezték ki. 1969-től az Öntödei Vállalat műszaki igazgatója, 1973-tól nyugdíjazásáig vezérigazgató-helyettese.

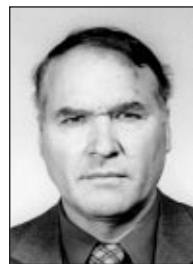


1979-ben „summa cum laude” minősítéssel műszaki doktori címet szerzett. Munkálkodása szorosan kapcsolódott a járműipar növekvő igényeinek kielégítéséhez. Több mint három évtizedes öntödei tevékenysége alatt a vállalatnál jelentős beruházások valósultak meg, új gyártmányok, korszerű technológiák kerültek bevezetésre.

Részt vett a Magyar Tudományos Akadémia VEAB metallurgiai, valamint a technológiai bizottság öntészeti albizottsága munkájában. Egyesületünknek 1950 óta tagja. 1966-69-ben az öntészeti szakosztály győri szervezetének elnöke. 1972-től 1985-ig az öntészeti szakosztály alelnöke, majd 1985-ig elnöke volt.

Az öntészet tudományos szintű műveléséért és az öntödék fejlesztésében kifejtett eredményes tevékenységéért, valamint egyesületi munkájáért számos esetben részesült kitüntetésben.

Vitányi Pál okl. kohómérnök 1927. július 16-án született Makkoshotyán. 1947-ben költözött Budapestre, segédmunkásként dolgozott a Hazai Pamutfestőgyárban és beiratkozott az újpesti Könyves Kálmán Gimnázium esti tagozatára, ahol 1951-ben érettségizett.



1949-ben a Könyvűipari Minisztériumban helyezték export- és bérellenőrzési előadónak. 1951-ben felvették a BME Gépészmérnöki Karára, de átirányították szovjet ösztöndíjasnak. A moszkvai Színesfém és Arany Intézetben folytatta tanulmányait, 1957-ben kitűnő eredményrel védte meg kohómérnöki diplomáját.

1957-től a Kőbányai Alumíniumgyárban művezetőként, 1958-tól a Csepel Művek formaöntődjében részlegvezetőként dolgozott. Jelentős eredményeket ért el az öntészeti ötvözetek energia- és fémtakarékosabb gyártásának bevezetésével. Ezért a minisztériumtól Kiváló Újító arany fokozat oklevelet kapott.

1969-ben az apci Qualital Öntöde műszaki igazgatójának nevezték ki. Itt kettős feladata volt: a Budapesten megszüntendő üzem kitelepítése és az Apcon megkezdett fejlesztések végrehajtása. A létrehozott új öntöde kapacitása 25 000 tonna volt, ebből 5 000 t formaöntvény és alumíniumdara, a többi öntészeti tömb.

A műszaki tevékenység mellett sikerült Apcon az egyesületi életet is felpozícionálni, többek között több országos hírű rendezvény szervezésével is. 1979-ben az Alutervhez ment dolgozni, ahol az igazgató műszaki-gazdasági tanácsadójaként tevékenykedett 1989-es nyugdíjba vonulásáig. Az OMBKE-nek 1959 óta tagja.

75. születésnapját ünnepelte

Karancz Ernő okleveles kohómérnök, öntő szakmérnök 1932. június 21-én született a Somogy megyei Mesztegnyő községben. 1952-ben Kaposváron érettségizett, és még ez évben felvételt nyert az akkori nevén Rákosi Mátyás Nehézipari Műszaki Egyetemre. 1957-ben kapta meg a diplomáját a vas-és fémkohász szakon.



1957. június 12-én helyezkedett el az Angyalföldi Acélöntő- és Csőgyárban. 1957-1959 között üzemmérnöki beosztásban dolgozott. Az 1959-60-as években a gyár MEO-vezetője lett. 1960-ban viszhelyezték az acélöntődébe üzemvezetőnek. Ebben a munkakörben dolgozott 1963 végéig.

Erre az időre esett az Öntödei Nagyvállalat megalakulása, és ezt a gyárat is viszhaminósították gyáregységnek. Ezzel egy időben a gyáregység főtechnológusának nevezték ki, mely munkakört 1976-ig töltötte be. Ekkor következett be a nyomócső-és idomgyártás megszüntetése. Az idomgyártás helyén létrehozott 2. sz. acélöntődében a gyengén és erősen ötvözött acélöntvények technológiai problémáival foglalkozott.

1976-ban kinevezték a gyár főmérnökének, és ebben a munkakörben dolgozott 1989 végéig. Vezetésével a volt nyomócső öntődében korszerű mintakészítő műhelyt hoztak létre. Új technológiák bevezetése kapcsolódott a tevékenységéhez, mint a keramikus formázás és a nagy nyomású hidraulika öntvények gyártása. Sokat tett a környezetvédelem javítása területén is. Minden olvasztó berendezést elszívással és leválasztással láttak el, de ugyanez vonatkozott az öntödei rázórácsokra és tisztító berendezésekre is.

Munkájáért többször kapott Kiváló Dolgozó kitüntetést, 1982-ben miniszteri dícsérő oklevelet, 1986-ban Kiváló Kohász kitüntetést.

1966-ban öntő szakmérnöki oklevelet szerzett, továbbá németből nyelvvizsgázott.

1990-ben lett a gyár igazgatója, 1994. szeptember 30-tól nyugdíjas.

Kocsis István okl. kohómérnök 1932. június 15-én született Cibakházán. 1950-ben a szolnoki Versey Ferenc Gimnáziumban érettségizett. Egy évi munka után a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen tanult, ahol 1956-ban szerzett kohómérnöki oklevelet.

A Metallokémia Vállalatnál színesfémkoházzal és fémtartalmú termékek előállításával foglalkozott több műszaki és gazdasági munkakörben. 1963-tól a Fém-ötvöző Vállalat főmérnöke volt. 1964-től a Csepel Műveknél a színesfémkohászati vállalatok termelési és fejlesztési feladataival foglalkozott. 1970-től 1993-ig, nyugdíjazásáig a Pénzügyminisztériumban főmérnöki beosztásban foglalkozott az Állami Pénzverő, a Pénzjegynyomda, a Nemesfémvizsgáló és Hitelesítő Intézet felügyeleti hatáskörbe tartozó tevékenységével.

Munkájának elismerését Kiváló Dolgozó és minisztériumi tanácsosi cím mutatja.

2004-ben az OMBKE-től 50 éves tagságáért Soltz Vilmos-émlékérmeket kapott.

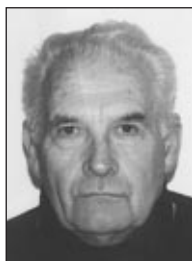


Martos István okl. fémkohómérnök 1932-ben született Tatabányán. Bányász-kohász környezetben nevelkedett. Az elemi- és középiskolát a helyi és a tatabányai piarista gimnáziumban végezte. 1950-54-ig a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen tanult és diplomázott. 2004-ben aranydiplomát kapott.

Az egyetem elvégzése után az Inotai Alumíniumkohóhoz került, ahol 1964-ig különböző vezető beosztásokban dolgozott. 1964-től 1992-ig, nyugdíjazásáig a Magyar Alumíniumipari Tröszt központjában dolgozott főmérnöki, végül szakigazgatói beosztásban. Főként a kohászati fejlesztések irányításában vett részt.

Beosztásából adódóan sokszor utazott fémkereskedelmi és fejlesztési témákban külföldi szakmai szervezetekhez. Többször részt vett hazai és külföldi szakmai tanácskozásokon.

Munkája elismerésül többször részesült magas állami és szakmai kitüntésekben.



Dr. Szili Sándor okleveles gépészmérnök 1932. április 29-én született Budapesten. Az újpesti Könyves Kálmán Gimnáziumban érettségizett 1951-ben. A gépészmérnöki diplomáját a Moszkvai Szerszámgépipari Intézetben az „Öntödei Gépek és Technológia” szakon 1957-ben szerezte meg. Ezt a diplomát a Budapesti Műszaki Egyetem gépészmérnöki (gépgyártástechnológia szakos) oklevélként honosította.



Munkahelyei a következők voltak: Soroksári Vasöntőde, 1957; Szerszámgépfelkészítő Intézet, 1958; Angyalföldi Hajógyár, 1959-1963-ig; Gépipari Technológiai Intézet, 1963-1970; MTA Izotóp Intézete 1971-től.

Az MTA Izotóp Intézetében tudományos munkatársként dolgozott, a radioizotópos vizsgálatok kohászati alkalmazásával foglalkozott.

1979-ben az „Acéltuskók dermedésének radioizotópos vizsgálata” témában műszaki doktori címet kapott a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen.

Publikációjának száma meghaladja a 30-at. 1991-től nyugdíjas. Az OMBKE-nek 1959 óta tagja.

70. születésnapját ünnepelte

Hercsik György okl. gépészmérnök, okl. gépszerkesztő szakmérnök 1937. augusztus 31-én született Ózdon. Itt végezte általános iskolai és gimnáziumi tanulmányait is. A gépészmérnöki oklevelet Budapesten, a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Mg.-i Gépészmérnöki Karán szerezte 1964-ben.



1966-ban felvételt nyert az Ózdi Kohászati Üzemek tervező irodájába, ahol szerkesztőként, tervezőként, csoportvezetőként dolgozott daruk és más emelőgépek és szállítógépek tervezésének területén. 1973-ban került a Vasipari Kutató Intézetbe, ahol a kohászati szabványosítási központban a szakmai és országos szabványosításban vett részt tudományos munkatársként, majd végül vezetője lett a központnak. A Vaskut felszámolása után a

Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés keretén belül folytatta tovább munkáját, a kohászati szabványosítási központ vezetőjeként. Később, a nemzeti szabványosítás átalakítása kapcsán, a megalakult Magyar Szabványügyi Testület Szabványügyi Tanácsában – az MVAE delegáltjaként – képviselte a vas- és acélipari vállalatokat és koordinálta a szabványosítást, illetve az európai kohászati szabványok bevezetését 2002-ig, nyugdíjba vonulásáig. Az MVAE-ben töltött időszak alatt lett tagja az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületnek is.

Loy Árpád kohászatechnikus 1937. július 23-án született Petrozsényben (Románia). A középiskolát 1952–56 között a Dunaujvárosi Kerpely Antal Kohóipari Technikumban végezte metallurgus szakon.

A Kohó- és Gépipari Minisztérium a Dunai Vasműbe irányította, ahol az érc-előkészítő és darabosító üzemből 1956. június 15-én kezdett dolgozni, és itt tevékenykedett különböző beosztásokban (művezető, főművezető, üzemvezető) nyugdíjazásáig, 2001. április 1-jéig.

Az üzem technikai és technológiai fejlesztésének, a kísérleteknek alkotó tagja. Néhány fontosabb téma: a betétanyagok



automatikus mérése és adagolása, a konverteriszap feldolgozási technológiája, a multiciklon élettartamának növelése egy évről ötre, japán tüzelőberendezés honosítása, ami az energiafelhasználás 50%-os csökkenését eredményezte, a darabosítvány bázicitásának növelése. Munkája során mindig szem előtt tartotta a környezetvédelmet és az energiafelhasználás csökkentését.

Szakmai fejlődését a konferenciákon és külföldi tanulmányutakon való részvétel szolgáltatta.

Munkáját több kitüntetéssel ismerték el: Kiváló Munkáért, Munka Érdemrend bronz fokozata, Kiváló Újító, Kiváló Dolgozó, DUNAFERR-díj.

Schön Péter okl. kohómérnök 1937. február 19-én született Diósgyőrben. 1955-ben érettségizett a Gábor Áron Kohó- és Őntőipari Technikumban, majd 1960-ban a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen technológus kohómérnöki oklevelet szerzett. A diploma megszerzése után a Diósgyőri Lenin Kohászati Művek durvahengerművében kezdett dolgozni technológusként. 1968-ban az NME-n hengerlő-kovácsoló szakmérnöki képesítést szerzett.

1970-ben az LKM-ben induló nemes-



acél-hengermű nagyberuházás szervezeti kialakításakor az új gyárrészleg állományaiba került hengerüregező mérnöki beosztásba. Részt vett az épülő két hengersor hengerléstechnológiájának, üregezésének kidolgozásában, majd a hideg- és melegüzemi próbázások lebonyolításában. 1975–1985 között a finomsor üzemvezetői tisztjét töltötte be. Irányításával 1979-ben érte el a hengersor a beruházási programban meghatározott 183 000 tonnás évi teljesítményt. 1985-től 1997-ig, nyugdíjazásáig a nemesacél-hengermű gyárrészlegnél főtechnológus, technológiai és fejlesztési főmérnök beosztásokban dolgozott.

Munkája elismeréseként két ízben kapott Kiváló Dolgozó kitüntetést. 1996-ban a DAM Kft. igazgatósága a társaság érdekében végzett kiemelkedő tevékenységéért Fazola Henrik-oklevél I. fokozat kitüntetésben részesítette.

Az OMBKE-nek 1956-tól tagja. 1972-től négy cikluson keresztül tagja volt a vaskohászati szakosztály vezetőségének. A diósgyőri helyi csoportban 1970-től szervezőtitkárként tevékenykedett. 2006-ban 50 éves tagságáért Soltz Vilmos emlékérmét kapott.

Jubiláló tagtársainknak szeretettel gratulálunk, további jó egészséget és még sok békés évet kívánunk!

Konferencia a harangtörténetről

Az Országos Műszaki Múzeum Öntödei Múzeuma a Kulturális Örökségvédelmi Hivattal karöltve 2007. június 7-9. között rendezte meg nemzetközi részvétellel a 6. harangtörténeti ankétot a Budai Várban, a KÖH Örökség galériájában. Az ankét megnyitásakor az OMM főigazgatója, **Kóczyánné dr. Szentpéteri Erzsébet** és a KÖH részéről **dr. Deme Péter** főosztályvezető köszöntötte a résztvevőket.

Az ankét a Középkori harangöntések ásatási nyomai című poszterkiállítás megnyitásával kezdődött. A kiállítás bemutatásakor **dr. Feld István**, az ELTE Középkori Régészeti Tanszékének docense rámutatott arra, hogy a harangok vizsgálata mellett a készítés mikéntjének kutatása, az egykori

műhelyek és öntőgödrök feltárása teszi teljessé a harangokkal kapcsolatos ismereteinket. A poszttereken a honfoglalás előtti zalavári, 12-13. századi pusztamonostori, a 650 éve öntött híres visegrádi nagyharang, a 16. századi budai és sárospataki, valamint a 17. századi diósgyőri öntőműhelyek maradványainak feltárásakor felszínre került leleteket mutatták be régészeink.

Ebédszünet után kezdődött el a 6. harangtörténeti ankét, melynek előadói és hallgatósága között a hazaiakon kívül osztrák, német, szlovák és erdélyi szakembereket is üdvözölhettünk.

Dr. Kormos Gyula a harangok díszítő-elemeit mutatta be az ősi ázsiai harangoktól napjainkig. **Dr. Patay Pál** a kárpátaljai,



1. kép. A szügyi evangélikus templom 1869. évi szlovák feliratú harangja



■ **2. kép.** Dr. Patay Pál előadást tart a kisgejőci harangöntőkről

kisgejőci László és Egry család harangöntő munkájáról emlékezett meg. E kevésbé ismert műhelyről a szerző számos érdekes adatot sorolt fel. *Dr. Aczél Esztera* Magyar Nemzeti Múzeumhoz került családi hagyaték feldolgozásáról számolt be. A Németországból betelepült Lőw család két tagja, Móric és Lajos a 19. század folyamán Budán nyitott öntőműhelyt, amelyben harangöntés is folyt. *Dr. J. Gembickya* szlovákiai történelmi harangok védelméről adott hírt, ráirányítva a figyelmet a sokszor háttérbe szoruló művészeti emlékekre. *Dr. Benkő Elek* az erdélyi középkori bronz keresztelődmedencék felmérése során összegzett tapasztalatairól számolt be, összehasonlítva ezek öntéstechnológiáját a harangokéval.

Másnap is folytatódtak az előadások. *Szántai Lajos* arról a kezdeményezésről számolt be, hogy a templomok kapuja közelében emléktábla helyeztessék el, amelyen a harangok öntőinek is emléket állítanak. *Dr. Bencze Géza* a Váci úton egykor működő Walser-féle Tűzoltószergyár és Harangöntőde történetét foglalta össze az 1800-as évek közepétől az 1930 utáni

megszűnésig. Az Ausztriában fellelhető, magyar mesterektől származó harangokról *Jörg Wernisch* szólt, aki az osztrák harangkataszter összeállítója. *B. Horváth Csilla* az utolsó pécsi harangöntő, *Rudle Ignác* munkásságáról adott összefoglaló képet, emléket állítva Pécs egyik legjelentősebb vállalkozásának.

A következő szekció a műszaki megoldásokat fogta össze. *Dr. Wolfram Kuhlmann* a harangtoronyok kilengésével kapcsolatos mérési megoldásokat, illetve eredményeket ismertette, és felhívta a figyelmet a kilengések révén keletkező mechanikai igénybevételekre. *Dr. Dulácska Endre* a budavári Mátyás-templom toronyrestaurálása alkalmából az ott lévő harangok által okozott dinamikai igénybevételekről és a harang lengése révén okozott súlyponteltolódások hatásáról tájékoztatta a hallgatóságot. *Dr. Márton László* a székelgyházi haranglábak méretezésére egyszerű számítási módszert dolgozott ki a harang tömege, az ütő szelvényének mérete és a harang rezgésszáma, illetve hangmaga közötti összefüggések alapján.

Az ankét befejező szekciójában az esztergomi Öregtemplom 1814-ből való harangját mutatta be *H. Barátosy Judit*. *Milisits Máté* a zempléni harangkutatásokról adott összefoglalást, *Bajkó Ferenc* a kalocsai és kecskeméti harangok történetéről, *Hegedűs Attila* a budapesti városvédők harangokkal kapcsolatos értékmentő munkájáról szólt, *Sánta Ibolya* pedig az Erdélyi Gyülekezet életében szerepet játszó harangról tartott előadást. Az előadásokat a KÖH részéről *Turok Margit* előadása zárta, aki nemzeti harangkincsünk, az 1711 előtti védett harangok örökös védelem alá helyezéséről számolt be, amely az OMM Öntődei Múzeumával, az egyházakkal és az ezeket a harangokat őrző intézményekkel való kíváló együttműködés révén valósulhatott meg.

Zárszót *Lengyelne Kiss Katalin*, a szervezést végző Öntődei Múzeum igazgatója mondott. Kiemelte, hogy új területtel bővült a harangtörténeti kutatás. Különösen az építészek, a műemléktornyok felújításával foglalkozók kaphattak hasznos műszaki információkat. Örömmel állapította meg, hogy az előadók fele első ízben szerepelt a konferencián, és öröndetesen megnőtt a fiatal kutatók száma. Így van remény arra, hogy dr. Patay Pál öröksége értő kezekbe kerül, és kutatásait tovább folytatják. Végül megköszönte az előadók, a szervezést végző munkatársak és intézmények munkáját, valamint az összefoglaló kötet és a kiállítás támogatóinak segítségét.

Az ankét sikerét növelte a baptista egyház fiataljainak kézi harangocskákkal játszott koncertje (karvezető: *Sz. Márkus Elvira*) az Öntődei Múzeumban, továbbá *Pál Diána* és *Trajtler Gábor* orgonakoncertje a Mátyás-templomban. Nagy érdeklődésre tartott számot a tanulmányút Nógrádba, amelyen Tereske középkori templomát, a szügyi evangélikus templom földbeásott harangját, a patvarci harangláb 18. századi harangjait, majd Szécsény templomát, kolostorát és a Kubinyi Ferenc Múzeum kiállításait, végül a nógrádszalkai 1894-ben épült neogót templomot és Hollóköt tekintették meg a résztvevők. Nógrádszalkai temploma tekinthető a hazai harangkutatás bölcsőjének, mivel Patay Pál itt kezdte meg harangfelmérő kutatási munkáját.

Összefoglalva megállapítható, hogy a harangok öntéséről és történetéről rendezett ankét nagyon érdekes és sikeres volt, több új kutatási és műszaki eredményt tudott felmutatni, és a résztvevők számos szép élménnyel gazdagabban térhettek haza a rendezvényről.

✍ Klug Ottó



■ **3. kép.** Az ankét hallgatósága a KÖH bemutatótermében



■ **4. kép.** Csoportkép a nógrádi kirándulásról

XVII. selmeci diáknapok

2007. április 26-29. között a Dunaújvárosi Főiskola diákjainak szervezésében megrendezték a XVII. selmeci diáknapokat. A rendezvényt minden évben más akadémiai utódintézmény selmeci érzelmű diákjai rendezik. Így minden évben változik a helyszín is. A soproni, miskolci, székesfehérvári, dunaújvárosi diákság mindig nagy elszántsággal, sok és színes ötlettel veti bele magát a szervezésbe. Nem volt ez máshogy idén sem.

A helyszín okos megválasztásával – Bodajki Falutábor – lehetőséget alakítottunk ki a nagy létszámú, sikeres szakmai és közösségi programokkal színesített találkozó létrehozására. Az érdemi szervezőmunka 2006 novemberében indult. Mivel szerencsém volt a szervezésben részt venni, tudom, hogy a heti rendszerességgel összehívott megbeszélések mindegyikének volt értelme. Gyakoriak voltak az építő jellegű viták, és még csak véletlenül sem volt személyeskedés, hangos szó. Volt viszont feladat- és felelősmeghatározás, számonkérés, határidők meghatározása és betartása. A diákság kicsit gyakorolhatott a nagybetűs életre. Legnagyobb feladat a hat szak valétaelnökére és valétabizottságaira hárult. Ám nem szabad eltitkolni a már végzetek segítségét sem. Voltak akik tapasztalatokkal, ötletekkel és voltak akik pénzzel, magánszemélyi támogatóként segítettek a munkát.

A rendezvény első napján reggel indult a szervezőcsapat a helyszínre. Első feladatok között kialakítottuk a főhadiszállást, a regisztrációs központot. Ezt követte a büfé berendezése, áruval történő feltöltése, a sörccsap üzembe helyezése. Közfelkiáltással nem lehetett kihagyni a bepakolt idegen áru ellenőrzését sem, így viszonylag rövid idő alatt kiderült: A SÖRCCAP KIVÁLÓAN MŰKÖDIK, A SÖR EMBERI ÉS DIÁKFOGYASZTÁSRA ALKALMAS!!! Eközben már rotyogott a bográcsban az őzpörkölt. A rövidke ebéd ideje alatt már szálíngóztak az első résztvevők. Kora este már majdnem teli volt a tábor. Főtt a bográcsos vacsora, csilisbab és székelykáposzta. Este nyolc órakor *Oszlászki Zsolt*, Bodajk polgármestere, mint a rendezvény fővédnöke, hivatalosan is megnyitotta a XVII. selmeci diáknapokat. Ezután az ismerkedési est kezdődött és tartott reggel hatig.

A második nap, péntek délelőtt a szakma jegyében telt. Kirándulásokat szerveztünk a bicskei Magyarmet Finomöntöde Bt.-be, a székesfehérvári Nehézfémöntöde Rt.-be, a gánti Bányamúzeumba és a

közeledő erdőbe. Mi-re a csapat visszatért, már készen volt az ebéd, sokak szerint jól sikerült a tárkonyos raguleves, a frankfurti leves és a pincepörkölt is. Így nem volt más hátra, mint néhány korty vörösbortársaságban várni a délutáni vetélkedőt.

A vetélkedőn elméleti és gyakorlati feladatok végrehajtásával bizonyíthattak a balekok-firmák, hogy mely intézmény diákjai az ügyesebbek. A vetélkedő ideje alatt főzőverseny keretében készült a vacsora. A négyféle gulyást ügyesen főzték meg a leányok-legények. Első helyezett lett a dunaújvárosi babgulyás. Nagyon jól sikerült még a palócgyulás, székelygulyás és bográcsgulyás is. Ám az esti bál védnöke, *Wéninger László* balinkai polgármester úr által vezetett zsűri az újjvárosiak babgulyását ítélte a legjobbnak.

A vetélkedőt a Miskolci Egyetem diákjai nyerték. Ügyesek voltak és rendkívül összetartók. A bálterem berendezésének ideje alatt a diákság jókedvűen fogyasztotta a nyereményeket, ezzel is kímélve a büfé csúcsra járatott sörccsapját.

Wéninger László megnyitóját követően, este kilenc órakor, a bál zenekar: *Angelika és barátai*, a húrok közé csaptak. A diákságból többen a táncparkett ördögévé léptek elő. Talán nem volt olyan lány, akit meg ne táncoltattak volna az egyenruhás legények. A bál szombat reggel hét óráig tartott. Így nem sok idő volt a szombati programokra való rápihenésre, hiszen reggel nyolc óra előtt már meg is érkeztek a délelőtti szakmai előadások előadói.

Szombaton délelőtt szerencsénk volt meghallgatni *dr. Bakó Károly*, *dr. Hatala Pál* és *dr. Sohajda József* előadásait öntészeti témákban, *Zsákay László* előadását a MÁV gépészeti és fejlesztési ügyeiről, karrierépítésről. Diákelőadások is voltak, ezeken belül meghallgathattuk *Tóth Imre Barnabás* egyenruháról szóló előadását és megtekinthettük *Vágó Fruzsina* két kisfilmjét a mostani diákeletről.

Délután tartottuk a cantus praesesek versenyét, közben szalonna- és kolbászsütéssel álltuk útját az éhezésnek. Szomja-



■ Cantusverseny

zásról nem beszélhettünk, hiszen a büfé teljes gőzzel üzemelt.

Szombat este megtartottuk hagyományörző szakestélyünket. A szakestély tisztségviselői a négy utódintézmény diákjaiból kerültek ki. A cantus praeses a délutáni verseny győztese volt. Ez az este is jól sikerült. Fegyelmezett, nótákkal és felszólalásokkal teli szakestélyt tartottunk. A résztvevők létszáma ekkor volt a legtöbb, 297 fő.

A diáknapok ideje alatt zajlott még tarokkverseny is. Ez több napon keresztül tartott. Balesetünk, káreseményünk nem volt, a szállás tulajdonosa bármikor viszsza-vár minket.

A rendezvényünk anyagi hátterének megteremtésében, támogatásával segédkezett az OMBKE öntészeti szakosztály, FÉMALK Zrt., Csepel Metall Vasöntöde Kft., MÖSZ, TP Technoplus Kft., E-base Informatikai Kft., Veritas Dunakiliti Csatlakozástechnikai Kft., KLUDI Szerelvények Kft., CSOSCH Bt., DF Hallgatói Önkormányzat, KKO Kerpely Kollégiumfejlesztési és Oktatási Alapítvány, Ha Selmec hív - Alba Régia Közhasznú Alapítvány, Csalódott Kenyér Asztaltársaság, Sztálinvárosi Leopárdok Asztaltársaság és nagyon sok, már állással rendelkező öreg diák, filiszter. Köszönjük!

Összefoglalva, a dunaújvárosi diákság értékes négynapos rendezvénnel ajándékozta meg a részt vevő közel 300 selmeci érzelmű firmát, balekot, filisztert. Az összefogás a diákság és az ipar között példaeértékű volt, a szervezés és lebonyolítás alapos és kifogástalan. A visszajelzések alapján az egyik legjobban sikerült selmeci diáknapokat tudhatja magáénak a dunaújvárosi diákság.

Várjuk a jövő évi folytatást!

Szalai Attila alias: Kis Szacsakokleveles kohómérnök

A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán 2007. évben sikeres záróvizsgát tettek

Kohómérnöki szak

Hőkezelő- és képlékenyalakító szakirány

Minőségbiztosítás ágazat: Szepes Attila

Metallurgiai és öntészeti szakirány

Metallurgus diplomamunkával

Környezetvédelem ágazat: Szalai Attila

Hulladékgazdálkodás ágazat: Pecze Tamás
Öntészeti diplomamunkával

Anyagvizsgálat ágazat: Baráth Antal,
Czene István, Csanálosi Csaba, Kaposvári
János, Tóth Tamás

Hulladékgazdálkodás ágazat: Bartók Csaba,
Csák Rita, Csőke Péter, Szabó Zoltán,
Szombatfalvy Anna, Tóth István

Minőségbiztosítás szakirány: Harazin Tibor,
Hortobágyi Csaba, Pivarcsi Szabolcs, Soós
Norbert, Szorgalmas Gábor, Vasvári László
Öntészeti szakirány

Szopkó Ferenc Zsolt, Tóth Gábor

Anyagmérnök szak

Polimertechnológia szakirány

Minőségbiztosítás ágazat: Juhász Zoltán,

Kohányi Balázs, Stempely Edit

Vegyipari műveletek ágazat: Dobronoki
Zsolt, Kaáli Péter

Automatizálás ágazat: Azari Endre, Gulyás
Gábor, Kovács Péter, Pásztor Imre, Pusztai
Tamás, Szabó Zoltán, Vanczó Sándor, Vágó
Tibor

Anyagvizsgálat ágazat: Barsi Hilda, Gazsi
András, Kállai Rudolf, Szóda Kornél

Környezetvédelem ágazat: Potyka Csilla,
Murányi Ákos

Hulladékgazdálkodás ágazat: Badó Konrád,
Bárfai Ferenc, Csolti Zoltán

Vegyipari technológia szakirány

Vegyipari műveletek ágazat: Bujdosó Gábor,
Kocsárdi Ágnes, Lipták Gábor, Nagy
Adrienn, Pap László

Kerámia- és szilikástechnológiai szakirány

Környezetvédelem ágazat: Tolcsvai László
Minőségbiztosítás ágazat: Géber Róbert,
Szántó Béla

Anyagvizsgálat ágazat: Molnárné Pusztai
Ágota, Rigó Antal, Bacsó Bálint

Hulladékgazdálkodás ágazat: Tózsér
Dénes, Horváth János, Kovács Ernő István,
Móricz Csilla, Pázmándi Péter, Szilágyi
Katalin, Sztrik Tibor, Temesvári András
Automatizálás ágazat: Berlik Levente,
Bogdán Gábor, Finta Attila, Győri Tibor,
Szabó Zoltán II., Virág Dávid

Ipari marketing ágazat: Somogyi Ádám

Hőkezelő- és képlékenyalakító szakirány

Környezetvédelem ágazat: Csikesz Norbert
Minőségbiztosítás ágazat: Dávid Csaba,
Hajdú Katalin

Hulladékgazdálkodás ágazat: Fülöp Roland
Energiagazdálkodás ágazat: Makó István

Anyagvizsgálat ágazat: Huszti Balázs,
Paszternák Emil, Pázmán Judit, Szatmári
István

Anyagdiagnosztika szakirány

Anyaginformatika ágazat: Hársfalvi Dávid

Anyagvizsgálat ágazat: Ducsa Balázs

Fizikus-mérnök: Kondor Tibor

**Fiatall kollégáinknak szívből gratulálunk
és további sikeres pályafutást kívánunk!**

Jakab Miklós

(1940–2006)

Bükkzsérc, kis falu a Bükk hegységben Borsod és Heves határán. A kis falu több szakembert adott a szakmának, a magyar kohászatnak és a hazának.

Miklós az általános iskola után a diósgyőri Gábor Áron Kohó- és Öntőipari Technikumban folytatta tanulmányait. Ebben az iskolában szerették a jó eszű, „romlatlan” tehetséges gyerekeket. Ilyen volt Ő is. Érettségi után egyenes út vezetett a kohómérnöki karra, ahol 1963-ban kapta meg oklevelét. Később, 1974-ben újabb tanulmányok után ugyanott kapott mérnök-közgazdász diplomát.

Technológus kohómérnök-ként került a Székesfehérvári Könnyűfém-műbe, első és végleges munkahelyére. A gyakornoki idő után a préskovácsműben művezető, majd a műszaki főosztályon technológus mérnök. 1967–80 között a munkaügyi főosztályon norma- és bér-gazdálkodási területen csoport-, osztály- majd főosztály-vezető-helyettes. Talán ez a terület volt számára a legtesthezállobb. Ezen az általában nem szere-

tett területen siker volt, hogy a dolgozók széles köre is várta, igényelte a teljesítménybérézés bevezetését. Az időközben megszerzett másoddiplomája alapján – vállalati érdekből – lett közgazdasági főosztályvezető, 1982–85 között szervezési és számítástechnikai, majd személyzeti és oktatási főosztályvezető. A vállalat privatizációja után is ezen a területen, azonos szintű beosztásban dolgozott 1997-es nyugdíjba vonulásáig.

Pályája elején öt évig matematikát tanított a színesfémipari technikum kihelyezett tagozatán. Oktatási vezetőként részese volt az ilyen képzés helyben történt beindításának.

Pályája során ötször volt Kiváló Dolgozó, 1984-ben Kiváló Munkáért, 1989-ben Kiváló Újító arany fokozat kitüntetését kapott. Egyesületünknek 1963 óta volt tagja. Évtizedig volt a vállalati felső vezető, a „nehéz fiúk” bizalmija. Általa is szeretett egyesületünk közgyűlésén Őerte is szól majd a harang!

 Puza Ferenc

**Rusznyák G.
Tibor**
(1923–2006)

Vártam Tibor barátom, volt évfolyamtársam múlt évi, utolsónak jelzett hazalátogatását az amerikai Dublinból. Hiába. Vártam szokásos karácsonyi és újévi beszámoló levelét. Ez is elmaradt. Végre januárban megkaptam felesége szomorú levelét, melyben közölte, hogy hazautazásuk előtt Tibor rosszul lett. Agydaganatot állapítottak meg nála. Besugárzásokat kapott minden eredmény nélkül. December 5-én elhunyt, és 7-én eltemették.

Tibor barátom Rév-Komáromban született, itt is érettségizett. Műegyetemi tanulmányait a budapesti Műegyetem gépészmérnöki osztályán kezdte meg, de ezt félbeszakította. 1943-ban kohómérnök-hallgatónak íratkozott be Sopronba. Jeles kohómérnöki oklevelét 1949-ben szerezte meg.

Először Kövesi professzorunk mellett tevékenykedett a mechanikai tanszéken 1951-ig. 1951–1956 között a KGMTI acélgyártási osztályán dolgozott a dunaújvárosi, ózdi és diósgyőri acélművek tervezésével, építésével és az orosz tervek honosításával foglalkozó osztály vezetőjeként. Utóbbi munkájában jól tudta hasznosítani szlovák nyelvtudását. 1957 elején emigrált, és Németországban vállalt munkát, először az Aacheni Acélműben. Az Aacheni Dóm Magyar Ká-

polnájában a magyar Mártának esküdött örök hűséget. 1959–62-ben a Niederrheinische Hütteben martin- és ívkemencés acélgyártással foglalkozott. Eközben a Thyssen híres kutatóintézetében is foglalkoztatták Duisburgban. Végül Némethonban a Phoenix Steel Co.-nál a szén- és rozsdamentes acélok egybehengerlése volt a munkája.

1962 végén feleségével együtt áttelepült az USA-ba. 1963–66 között a Pennsylvania-i Lancasterben a Hamilton Wach Co.-nál hajszálrugók készítésére alkalmas Invar-ötvözet huzaljainak hengerlési munkálataiban vett részt. 1966–68 között a híres Battelle Memorial Institute (Columbus, Ohio) foglalkoztatta a különleges anyagok osztályán. 1968–88 között a világ legnagyobb referáló lapjának, a Chemical Abstracts-nek (ugyancsak Columbus) vezető szerkesztője volt öt nyelv ismeretével (magyar, orosz, cseh, szlovák, német). A magyar szakcikk részletes és rendszeres ismertetésével sokat tett a hazai szakirodalom ismertebbé válásában. 1988-ban ment nyugdíjba, és azóta feleségével haláláig Dublinban élt. Általában kétevente látogatott haza. Messziről utolsó jó szerencséttel búcsúzik mind kevesebb élő barátod nevében

Pilissy Lajos

Schottner Lajos
(1926–2006)

Sopronban született, iskoláit is itt végezte és 1948-ban szerzett kohómérnöki oklevelet. Édesapja – villanytelepi alkalmazott – korán elhunyt, neveltetése, iskoláztatása nagy terhet rótt a családra.

A „hűséges város” szelleme áthatotta és végigkísérte egész életét. Mindvégig hű maradt szabadságszerető elvéhez, hazájához, munkahelyéhez, családjához.

Kohómérnökként Ózdon helyezkedett el, és 1949-től haláláig itt élt és dolgozott az acélgyártás szakterületén.

Szakmai előrehaladása nem volt töretlen. Az 1956-os forradalom eszméit vallotta, ezért sokáig mellőzték. Munka mellett gazdasági mérnök képesítést is szerzett.

Szakmai felkészültsége, munkájának eredményessége azonban meggyőzte a gyár vezetőit szakmai értékeiről. Gyárrészeslegi főmérnök, vállalati és technológiai kutatási főosztályvezető, gyárfejlesztési főmérnök, vezérigazgatói tanácsadói testület vezetője lett. Nevéhez fűződik az ózdi oxigénes acélgyártás és a KORF-eljárás bevezetése. A KORF cég megbízásából számos országban tartott előadást az eljárás hasznosságáról. Nemzetközi szakmai konfe-

renciák, így a Clean Steel rendszeres előadója volt. Munkájával, szakkikkeivel, előadói tevékenységével szakmájában hazai és nemzetközi elismerést vívott ki.

Kitüntették Eötvös Lóránt-díjjal, a „Kiváló újító” arany fokozattal. A város érdekében kifejtett tevékenységéért életműdíjként „Ózd városért” kitüntető díjat kapott.

Tanított a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karának ózdi esti tagozatán, előadó volt Miskolcon, az Üzemgazdasági Tanszéken, dolgozott a Magyar Tudományos Akadémia miskolci részlegének kohásmunkacsoportjában, elnökként három cikluson át vezette az OMBKE helyi csoportját, tagja volt az országos választmány-nak, majd az egyesület tiszteleti tagja lett. A Hazafias Népfront városi szervezetének alelnöki teendőit is ellátta.

Az utóbbi tíz év megtörte egészségét, de amikor tehetett, kereste a régi kollégákkal való találkozást a Nyugdíjas Kohász Klub rendezvényein.

Schottner Lajos búcsúztatása 2006. június 23-án volt a Gyári temetőben, családja, barátai, kollégái és tisztelői jelenlétében. Itt mondunk Neki utolsó köszöntéssel: Jó szerencsét!



Kedves Tagtársunk!

Az OMBKE Vaskohászati Szakosztályának
Budapesti Helyi Szervezete

HÍDÉPÍTÉS címmel szakmai napot szervez.

A délutáni rendezvényen előadások hangzanak el az új dunaújvárosi Duna-híd tervezése, építése és kivitelezése, valamint a BMF Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Karon rendezett térszathídépítő-verseny tapasztalatairól, eredményeiről.

A rendezvény időpontja:

2007. november 8., csütörtök du. 16.00.

Helyszín:

BMF BGK, 1081 Budapest, Népszínház u. 8. Tanácssterem

Idősebb és fiatalabb tagtársainkat is szeretettel várjuk!
Jó szerencsét!

dr. Csirikusz József
a helyi szervezet elnöke

dr. Réger Mihály
a helyi szervezet titkára



Nürnberg, Németország
2008.3.11 – 13.

EUROGUSS 2008

7. Nemzetközi Nyomásmos Öntészeti Szakkiállítás



Keres? Talál!

Itt található az összes
kiállító és termék!

www.ask-EUROGUSS.de

A sikerrecept: EUROGUSS

- A nyomásmos öntészet és a hozzá tartozó ipar szakembereinek és döntéshozóinak központi európai fóruma
- A teljes nyomásmos öntészeti értékteremtési lánc bemutatásával a szakma egyedülálló európai keresztmetszete
- Több mint 350 kiállító 27 országból
- Egy további kiállítási csarnok, folyamatosan pozitív visszajelzések a látogatók és kiállítók részéről: a sikeresztori folytatódik

Készüljön a három sikeres vásári napra
Nürnbergben! Találkozunk az EUROGUSS
kiállításon!

Szervező
NürnbergMesse GmbH
Tel +49 (0) 9 11.86 06-49 16
visitorservice@
nuernbergmesse.de

Védnökök
VDD Verband Deutscher
Druckgießereien, Düsseldorf

CEMAFON
c/o VDMA, Frankfurt am Main

Látogatói információ
NürnbergMesse Hivatalos
Magyarországi Képviselet
Német-Magyar Ipari
és Kereskedelmi Kamara
Tel +36 (06) 1.3 45 76 28
Fax +36 (06) 1.3 45 76 44
nemethy@ahkungarn.hu

NÜRNBERG MESSE



Felhívás

Gillemot László professzor szobrának felállítására

A BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék kollektívája elhatározta, hogy az egyetemi tradíciók szellemében mellszobrot állít Gillemot professzor tiszteletére, aki a **FÉMKUT** és a **VASKUT** alapító igazgatója, az **OMBKE** Fémkohászati Szakosztályának első elnöke, a **Mechanikai Technológia Tanszék** vezetője és a **BME** rektora (1954-1957) volt. A BME Szenátusa elfogadta a Gépészmérnöki Kar Tanácsának ezirányú javaslatát. A szoboravató ünnepséget november végére tervezzük.

A Gillemot-szobor megalkotására **Gulyás Gyula**, Kossuth-díjas érdemes művészt kértük fel.

A szobor elkészítésének és felállításának költségeire adakozást hirdettünk, amelynek keretében magánszemélyektől és vállalatoktól, intézményektől várunk pénzbeli adományokat.

A pénzbeli adományokat a Gépészmérnök-képzésért Alapítvány számlájára lehet befizetni. Minden adományt megtisztelőnek tartunk és örömmel fogadunk. A Gillemot-szobor felállításával és az adományozással kapcsolatos információk elérhetők a tanszék honlapján:

<http://www.mtt.bme.hu/~femtech/page64.html>

Az adományozási szerződés letölthető a fenti címről, vagy kérésre postán megküldjük.

Az adakozók egy-egy gravírozott titánkristallitot kapnak emlékebe, és meghívást nyernek a szobor avatása alkalmából rendezendő tanszéki ünnepségre.

**Nagy megtiszteltetés lenne számunkra,
ha Önt vagy/és a vállalatát is az adakozók között tudhatnánk!**

Budapest, 2007. szeptember 14.

*Dr. Dévényi László
tanszékvezető egyetemi docens*